DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang. 16. März 1923. Heft 11.

Die statistische Methode in der Pflanzengeographie.

Von Hugo de Vries, Lunteren.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Pflanzengeographie ist das Studium der Wanderungen, mittelst derer die Arten ihr jetziges Gebiet erreicht haben. Mit wenigen Ausnahmen sind diese Gebiete zusammenhängend, und dieses deutet darauf hin, daß jede Art auf einem bestimmten kleinen Standorte entstanden ist und von dort aus ihre Wanderungen angefangen hat. Jene Ausnahmen aber sind meist in auffallender Weise von geologischen Änderungen des Klimas bedingt worden; so haben sich z. B. die Pflanzen der Eiszeit einerseits auf den hohen Norden und andererseits auf die Alpen und sonstige Schneegebirge zurückgezogen. Sie lassen offenbar die Annahme eines einheitlichen Ursprunges ohne Schwierigkeit zu.

Es ergeben sich somit für jede Art zwei Fragen, erstens wo und wann sie entstanden ist und zweitens, nach welchen Gesetzen sie sich verbreitet hat. Die am weitesten verbreiteten Arten und Gattungen haben offenbar, abgesehen von besonderen Anpassungen, die längste Zeit gebraucht, um ihr jetziges Gebiet zu besetzen, und dürfen dementsprechend im allgemeinen als die ältesten betrachtet werden. Dazu kommt, daß es eine alte Erfahrung in der systematischen Botanik ist, daß gerade sie in jeder Familie oder Gruppe die Formen mit dem einfachsten Bau umfassen. In dieser Beziehung verhalten sich die Gattungen wie die Arten. In den größeren Familien sind die Gattungen mit dem geringsten Grade der Differenzierung in der Regel die am weitesten verbreiteten, während diejenigen mit sehr kompliziertem Bau meist ein beschränktes Gebiet bewohnen. Unter den Kryptogamen gilt diese Regel am deutlichsten, aber auch unter den Blütepflanzen tritt sie überall klar hervor. Zunehmende Ausbildung des Typus geht Hand in Hand mit abnehmender geographischer Ausdehnung.

Es ist klar, daß dieser Regel ein allgemeines Gesetz zugrunde liegen muß. Und dieses kann offenbar nur das sein, daß die einfacheren, weit verbreiteten Formen in jeder Gruppe die zuerst entstandenen sind. Sie haben am meisten Zeit gehabt, nicht nur um weithin zu wandern, sondern auch um zahllose neue Formen hervorzubringen. Diese Nachkommen aber werden im allgemeinen ein desto kleineres Gebiet erobert haben können, je später sie entstanden sind, je mehr Gelegenheit zu weiteren Differenzierungen ihre Vorfahren somit gehabt hatten.

Offenbar müssen Ausnahmen vorkommen, da die Verbreitungsmittel so sehr verschiedene sind. Sehr feine Samen und solche mit Haarbüscheln oder Flügeln werden vom Winde leicht transportiert; die Samen der Beerenfrüchte werden von Vögeln und diejenigen mit Haken von allerhand Tieren verbreitet. Doch sind die Entfernungen, welche in dieser Weise erreicht werden, äußerst klein im Vergleich zum ganzen Gebiete, und es ist fraglich, ob sie in dieser Beziehung eine wesentliche Bedeutung haben. So haben z. B. unter den Kompositen die Gattungen ohne Pappus im allgemeinen keine geringere Verbreitung als diejenigen mit Haarkrönchen. Daraus geht hervor, daß dieses wichtige Verbreitungsmittel dennoch auf den Umfang des erreichten Gebietes und somit auf den Erfolg im Kampf ums Dasein auf die Dauer keinen entscheidenden Einfluß hat. In großen Familien sind oft solche spezielle Flugorgane abwesend oder doch sehr selten, wie z. B. bei den Doldengewächsen, und dennoch gehören sie zu den am weitesten verbreiteten.

Die Pflanzengeographie hat somit das Bedürfnis, die Verbreitung der Organismen unabhängig von solchen morphologischen Vorrichtungen zu studieren. Nur die tatsächliche Ausdehnung des Gebietes soll ihre Grundlage sein. Erst später, wenn für diese die allgemeinen Gesetze gefunden sein werden, kann die Frage nach der Bedeutung etwaiger sogenannter Anpassungen in den Vordergrund treten.

In einem im vorigen Jahre erschienenen Buche sucht *J. C. Willis* diese Aufgabe auf Grund einer neuen, statistischen Methode zu lösen (*Age and Area, Cambridge, at the University Press*, 1922). Eine rein empirische Vergleichung der jetzigen Gebiete der Arten und Gattungen innerhalb einer geographischen Region bildet dabei den Ausgangspunkt. Für eine scharf umschriebene Gegend, wie eine ozeanische Insel oder eine Gebirgsgruppe, kann man die Arten im allgemeinen in drei Abteilungen unterbringen. Einerseits solche, welche auch außerhalb jener Gegend in sehr weiter Ausdehnung vorkommen. Zweitens diejenigen, welche zwar auch außerhalb des Gebietes wachsen, aber doch nur in der nächsten Umgegend gefunden werden. Endlich die dem fraglichen Gebiete eigenen, welche sonst nirgendwo leben. Diese letzteren nennt man endemisch; von den anderen werde ich hier die mit geringer Verbreitung als halbfremde; diejenigen mit großer Ausdehnung aber als fremde bezeichnen.

Vergleicht man nun die Verbreitung dieser drei Gruppen innerhalb des fraglichen Gebietes,

so ergibt sich, daß dabei eine allgemeine Regel vorwaltet. Die fremden haben die größte Ausdehnung; ihnen folgen die halbfremden, und die endemischen bewohnen die kleinsten Gebiete. Selbstverständlich gilt diese Regel nur im großen und ganzen und darf man nicht je eine Art mit einer willkürlich gewählten anderen vergleichen. Es handelt sich um die großen Züge der Erscheinung, und um diese empirisch darzustellen, muß man Mittelzahlen verwenden. Vergleicht man die Mittel für die drei namhaft gemachten Abteilungen, so gilt die Regel wohl stets und überall, aber auch wenn man die einzelnen Ordnungen, Familien und Gattungen betrachtet, bestätigt sie sich in den Mittelwerten. Und es reicht dabei fast stets aus, die Arten und Gattungen in Gruppen von zehn bis zwanzig verwandten Formen zu der Berechnung eines solchen Mittelwertes zu verbinden.

Wie man sieht, spielen in dieser Behandlungsweise die endemischen Arten eine wichtige Rolle. Solche sind aber in unserer Gegend höchst seltene Erscheinungen. Dafür sind sie aber in den Tropen und in der südlichen Hemisphäre um so häufiger. Brasilien hat deren etwa 12 000, Ceylon über 800. Ozeanische Inseln und isolierte Gebirge sind daran besonders reich; manchmal bewohnt die ganze Art nur einen einzigen Berggipfel. So verhält es sich z. B. mit über hundert endemischen Arten von Ceylon. Oder die Pflanze ist auf ein einziges Tal oder auf eine Seite eines Gebirgskammes beschränkt, usw.

Solche sehr lokale endemische Arten der tropischen und subtropischen Gegenden sind scharf von den Endemismen der temperierten Zone in der nördlichen Hemisphäre zu unterscheiden. Die Flora der gemäßigten Gegenden von Nordamerika, Europa und Asien steht wesentlich unter dem Einfluß der geologischen Vorgänge während der Eiszeit. Als die polare Eismasse sich allmählich über Norddeutschland ausdehnte, wurden auf großen Gebieten sämtliche Pflanzen getötet, und als sich dann später die Gletscher zurückzogen, wurde das freikommende Land von neuen Eindringern besetzt. Viele Arten müssen dabei ganz ausgemerzt worden sein, während andere, hier und dort, an den Grenzen des Eismeeres geschützte Stellen fanden, wo sie ausharren konnten. Je nachdem nun eine Art auf nur einer einzigen Stelle überlebte oder in zwei oder drei mehr oder weniger entfernten Gegenden, entstanden endemische Typen oder solche mit getrennten Gebieten. Ein sehr bekanntes Beispiel bietet die *Monterey*-Zypresse, welche nur noch auf einer kleinen Halbinsel an der kalifornischen Küste vorkommt und dort nur über wenige Hektare verbreitet ist (*Cupressus macrocarpa*). Man sagt oft, daß sie dort allmählich aussterbe, hat aber für diese Behauptung gar keinen Grund. Der kleine Wald, den ich in 1904 die Gelegenheit hatte zu besuchen, wächst ebenso kräftig wie jede andere einheimische Pflanze und zeigt gar keine Andeutungen eines stetigen Rückschrittes. Dieser Baum eignet sich ganz besonders für die Kultur, ist im südlichen Teile von Kalifornien einer der geliebtesten in den Anlagen und findet sich auch sonst in Ländern mit subtropischem Klima ganz allgemein in den Anpflanzungen.

Weitere Beispiele ließen sich zahlreich anführen. Es möge genügen, die bei uns kultivierten Gattungen *Maclura, Ceanothus, Ptelea, Symphoricarpus* sowie die amerikanische Fliegenfalle, *Dionaea muscipula*, zu nennen. Sie sind als Überbleibsel von während oder vor der Eiszeit weit verbreiteten Formen zu betrachten, und diese frühere Ausdehnung ist in sehr zahlreichen Fällen durch die Befunde der paläontologischen Forschung völlig bekanntgeworden. Um das Gebiet solcher Typen mit demjenigen anderer Arten zu vergleichen, sollte man stets die Fundorte der fossilen Überreste mitrechnen.

Man nennt solche Überbleibsel einer fossilen Flora gewöhnlich Relikte. Ihre Anzahl ist aber, trotz ihrer hohen geologischen und geographischen Bedeutung, im Vergleich zu den tropischen und subtropischen endemischen Arten nur eine geringe. Nordamerika hat etwa 400 solcher Relikte, während Brasilien, wie wir bereits gesehen haben, etwa 12 000 endemische Arten besitzt. Auf der ganzen Erde kann man die Relikte auf etwa 1—2 % aller endemischen Formen stellen. Bei der Berechnung von Mittelzahlen legen sie somit nur ein verschwindend kleines Gewicht in die Schale. Dazu kommt, daß für die südlicheren endemischen Typen nur in ganz seltenen Fällen fossile Reste bekannt sind; weitaus die Mehrzahl sind offenbar jüngere Bildungen. Auf den Kanarischen Inseln und auf Madeira findet man ziemlich viele Arten und Gattungen, welche sonst nirgendwo vorkommen, von denen aber in den tertiären Schichten in Europa Fossilien gefunden werden. Sie sind somit Relikte. Aber sie wachsen kräftig und sind offenbar für ihren jetzigen Kampf ums Dasein gut ausgerüstet. Sie zeigen, ebensowenig die Zypresse von Monterey, gar keine Andeutungen, daß sie im Aussterben begriffen seien. Überhaupt ist das Aussterben von Relikten keine Folgerung, welche mit irgendwelcher Notwendigkeit entweder aus ihrer paläologischen Geschichte oder aus ihrem jetzigen Verhalten abgeleitet werden kann. Wo sie ausgestorben sind, geschah solches durch klimatologische Änderungen, wo aber das Klima sich nicht ändert, haben sie ebensogute Aussichten auf Erfolg wie die große Menge ihrer Mitbewerber.

Im großen und ganzen betrachten wir somit die lokalen Formen der nördlichen Hemisphäre als Überbleibsel der Flora, welche vor der Eiszeit die ganze gemäßigte Zone in Europa, Nordamerika und Asien bedeckte, während die äußerst viel zahlreicheren endemischen Arten und Gattungen der südlichen Hemisphäre sowie diejenigen der tropischen und subtropischen Gebiete

als an Ort und Stelle entstanden aufgefaßt werden müssen.

Die neue statistische Methode von *Willis* beruht, wie bereits hervorgehoben, auf einer Vergleichung der geographischen Verbreitung der Arten und Gattungen innerhalb und außerhalb der zu untersuchenden Region. In bezug auf letzteren Punkt werden sie einfach in gewisse Gruppen gebracht, welche als weitverbreitete oder fremde, weniger weitverbreitete oder halbfremde und als eigene oder endemische unterschieden werden. Die Ausdehnung innerhalb des Gebietes wird in einigen Fällen von den lokalen Floren unmittelbar angegeben, in anderen muß sie aus den vorhandenen Angaben berechnet werden. Die Gebiete werden dabei für jede Art als zusammenhängend betrachtet und ihre Größe nach Quadratmeilen bestimmt. Darauf werden sie je nach ihrem Umfange in Klassen untergebracht. Belegt man nun diese Klassen mit Nummern, so wird der Grad der Seltenheit, innerhalb der fraglichen Region, für jede Art durch eine einfache Zahl angegeben. Verbindet man dann die Arten zu Gruppen von je etwa 10 bis 20, um den Einfluß besonderer Anpassungen oder sonstiger spezieller Eigenschaften auszuschließen, so erhält man für jede Gruppe eine Zahl, welche den mittleren Grad der Verbreitung bzw. der Seltenheit angibt. In dieser Weise berechnet man erstens die mittlere Seltenheit für alle Arten der Region, zweitens die entsprechenden Werte für die fremden, halbfremden und eigenen Typen, und schließlich den Wert für jede beliebige andere Gruppe.

Die Betrachtung einiger Beispiele wird dieses klarmachen. Wir wählen dazu zuerst Ceylon. Diese Insel ist verhältnismäßig klein (25 000 Quadratmeilen) und hat eine Flora von 2809 Angiospermen, von denen 809 endemisch sind. Diese Arten gehören zu 1027 Gattungen, unter denen 23 sonst nirgendwo gefunden werden, und zu 149 Familien mit 6 endemischen. Die nicht endemischen Formen sind teilweise auf Ceylon und die benachbarte Halbinsel von Indien beschränkt, teilweise aber bewohnen sie ein größeres, in manchen Fällen ein sehr großes Gebiet. Nun findet man in der Flora von Ceylon von *Trimen* und *Hooker* den Grad der Seltenheit auf der Insel für jede Art in folgender Weise angegeben: 1 = sehr gemein, 2 = gemein, 3 = ziemlich gemein, 4 = ziemlich selten, 5 = selten, 6 = sehr selten. Berechnet man nun hieraus die mittlere Seltenheit für die oben besprochenen Gruppen, so findet man die in nachstehender Tabelle wiedergegebenen Ergebnisse.

Ceylon	Anzahl der Arten	Mittlere Seltenheit
Alle Angiospermen	2809	3,5
Fremde Arten	1508	3,0
Halbfremde Arten	492	3,5
Endemische Arten	809	4,3
Arten der 23 endemischen Gattungen	52	4,5
Artenreiche endemische Gattungen:		
Doona	11	4,6
Stemonoporus	15	5,4

Es geht aus dieser Zahlenreihe hervor, daß die fremden Arten in Ceylon im Mittel am weitesten verbreitet sind. Ihnen folgen die halbfremden, und diesen folgen die endemischen. Und wenn man die Mittelzahlen für die endemischen Gattungen betrachtet, so findet man noch höhere Grade von Seltenheit. Offenbar handelt es sich hier um Vorgänge, in denen die speziellen Eigenschaften der einzelnen Arten, d. h. die sogenannten Anpassungen, keine entscheidende Rolle gespielt haben. Dieses geht auch daraus hervor, daß die endemischen Arten, sogar jene von *Doona* und *Stemonoporus*, sich gar nicht durch auffallende, für das lokale Klima besonders geeignete Eigenschaften unterscheiden.

Als zweites Beispiel nehmen wir Neuseeland. Die Flora ist hier vielleicht die reichste an endemischen Formen, denn von den 1300 Angiospermen sind 900, also etwa zwei Drittel, auf diese Inseln beschränkt. Es sind zwei große schmale Inseln, welche sich fast in gerader Linie von Nord nach Süd erstrecken und welche von einer größeren Zahl von kleinen Inseln umgeben sind. Die Länge ist 1080 Meilen, die Breite im Mittel 100 Meilen. Durch querlaufende Linien kann man die Gruppe leicht in Regionen von ungefähr demselben Umfange teilen. Zeichnet man diese Linien in Entfernungen von etwa 20 Meilen und berechnet man die mittlere Seltenheit der Arten für die einzelnen Abteilungen, so erhält man offenbar eine klare Übersicht über die geographische Verbreitung jeder beliebigen Gruppe von Typen.

Tut man dieses, so findet man die endemischen Formen mit kleinem Gebiete in der Mitte der ganzen Gegend angehäuft, also etwa dort, wo die beiden Hauptinseln voneinander durch einen breiten Meeresarm getrennt sind. Nach Norden und nach Süden werden sie allmählich weniger zahlreich, bis sie an den Enden der beiden Inseln nahezu fehlen. Hier findet man nur solche Endemismen, welche das ganze Gebiet der beiden Inseln, oder doch einen großen Teil desselben, bewohnen.

Auf der anderen Seite sind die nichtendemischen Formen zu besprechen. Neuseeland ist so weit vom nächsten Festlande entfernt, daß eine Gruppe von halbfremden Typen nicht in Betracht kommt. Die 400 fremden Arten sind auf den beiden Inseln sehr gemein, wenn man von unbedeutenden Ausnahmen und von den vom Menschen eingeführten Unkräutern absieht. Die meisten von ihnen kommen auf den beiden großen

Inseln vor und müssen demnach dort angelangt sein, bevor diese durch den erwähnten Meeresarm getrennt wurden. Denn dieser ist so breit, daß er dem Transporte von Samen von der einen Insel nach der anderen einen fast ausnahmslos unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt.

Woher sind diese fremden Arten gekommen? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir die Meerestiefe ringsherum in Betracht ziehen. Da zeigt es sich, daß das Meer westlich von den Inseln und etwa in der Mitte von deren ganzer Länge am wenigsten tief ist. Nach den herrschenden geologischen Auffassungen deutet dieses auf eine frühere Verbindung mit einem Festlande an dieser Stelle hin, und wir können diese somit als die Brücke betrachten, auf der die fremden Arten Neuseeland in uralter Zeit erreichten. Die Verbreitung auf den Inseln muß dann von diesem Punkte aus nach Norden und nach Süden stattgefunden haben. Als die sämtlichen jetzt vorkommenden fremden Arten angelangt waren, sank die Brücke und wurde die Verbindung unterbrochen. Es muß dies vor so langer Zeit geschehen sein, daß die fremden Arten nachher bis zu den äußersten Enden der Inseln wandern konnten. Und weil seitdem keine neuen Einfuhren stattfanden, findet man auch fast keine fremden Arten mit beschränktem Gebiete. Tatsächlich sind nur 30 von den 400 fremden Arten auf kleine Regionen beschränkt, indem sie weniger als den sechsten Teil der ganzen Oberfläche bewohnen. Von den endemischen Formen haben aber etwa 300, d. h. also ein Drittel, ein so kleines Gebiet. Im großen und ganzen konnten sich somit die fremden über die ganze Länge der Inseln verbreiten, während solches den endemischen nur ausnahmsweise gelang.

Nehmen wir nun an, daß die endemischen aus den eingeführten Arten hervorgegangen sind und daß diese Umwandlungen von Zeit zu Zeit im Laufe der Wanderungen stattgefunden haben. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der beiden Gruppen deuten darauf in genügender Weise hin. Wir gelangen dann zu den folgenden Folgerungen: Die ersten Neubildungen müssen in der Mitte der Inselgruppe aufgetreten sein, und zwar ganz im Anfange. Sie haben die Zeit gefunden, sich mit den fremden Arten über die ganze Oberfläche zu verbreiten. Die späteren werden weniger Zeit gehabt haben und können also nur ein kleineres Gebiet erobert haben, um so kleiner, je jünger sie sind. Auf dem früh bevölkerten mittleren Teile entstanden sie zahlreich; in den erst später bewachsenen Regionen konnten offenbar nur wenigere entstehen und an den beiden, nördlichen und südlichen, Spitzen reichte die Zeit für die Entstehung vieler Neuheiten nicht aus.

Dieser Auffassung entsprechen nun die nach der statistischen Methode berechneten Grade der Seltenheit auffallend genau. Dieses gilt nicht nur für die ganze Flora, sondern auch für die einzelnen Familien, soweit sie groß genug sind, um zuverlässige Mittelzahlen zu geben. In keiner anderen Weise kann diese sehr merkwürdige Verbreitung der einheimischen Arten erklärt werden. Namentlich kann die Lehre von den Anpassungen als Mittel zur Verbreitung solches nicht leisten, da das Klima über die ganze Länge der schmalen Inselgruppe wesentlich dasselbe ist. Nur die Annahme, daß die Arten um so jünger sind, ein je beschränkteres Gebiet sie jetzt bewohnen, ist imstande, ihre Verbreitung in höchst einfacher Weise zu erklären.

Offenbar gilt dasselbe für Ceylon. Auch hier müssen die fremden und halbfremden Arten die ältesten sein; sie haben auf der Insel die weiteste Verbreitung. Die endemischen sind seit der Abtrennung vom Festlande nach und nach entstanden; die ältesten konnten sich noch ein bedeutendes Gebiet erobern, aber für die anderen muß der Wohnsitz um so kleiner geblieben sein, je später sie entstanden sind. In den beiden oben genannten artenreichen endemischen Gattungen muß die Differenzierung erst begonnen haben, nachdem die ganze Gattung sich im südwestlichen Gebirgslande von ihren weiter verbreiteten Verwandten abgetrennt hatte. Hier haben dementsprechend die Arten auch nur ganz kleine Wohnstätten.

Andere Beispiele will ich hier nur ganz kurz nennen. Unter den Orchideen von Jamaika sind die endemischen Arten die seltensten, diejenigen, welche auch auf Cuba gefunden werden, sind etwas häufiger, und die häufigsten sind jene, welche auch außerhalb dieser beiden Inseln vorkommen. Die Inselgruppe von Hawaii umfaßt sieben verhältnismäßig weit voneinander liegende Inseln. Ungefähr die Hälfte der endemischen Blütenpflanzen sind nur auf je einer einzigen Insel beobachtet worden, andere auf zwei oder drei oder auf allen Inseln, während die fremden Arten zum weitaus größten Teile über den ganzen Archipel verbreitet sind. Diese waren offenbar schon da, bevor die einzelnen Inseln sich voneinander lostrennten, aber die endemischen müssen während oder nach dieser Trennung entstanden sein. In zahlreichen anderen Fällen hat die statistische Methode zu dem nämlichen Resultat geführt. Überall, d. h. in jeder scharf umschriebenen Region, sind die ursprünglich eingeführten Arten die am weitesten verbreiteten und die einheimischen die selteneren. Überall gehen die letzteren von ziemlich allgemeinen Typen stufenweise in ganz lokale Formen über. Solches gilt von der ganzen Flora, aber ebensogut von den Familien und größeren Gattungen, soweit ausreichende Mittelzahlen berechnet werden können.

Familien, Gattungen und Arten sind in jedem geographischen Bezirke im Mittel um so allgemeiner, je länger die Zeit ist, welche seit ihrer Einfuhr oder seit ihrem Entstehen verflossen ist. Nur das Alter entscheidet in den großen Zügen über den Umfang des erreichten Gebietes. Die speziellen Eigenschaften der Pflanzen bedin-

gen nur zumeist geringe Abweichungen von der Regel, welche aber bei der Berechnung von Mittelzahlen sich gegenseitig aufheben und somit keinen Einfluß auf das schließliche Ergebnis ausüben.

Ist somit die Wanderung der Arten während der geologischen Zeit in der Hauptsache ein mechanischer Prozeß gewesen, bei welchem die biologischen Eigenschaften der betreffenden Formen nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben, so lassen sich einige weitere Folgerungen aus diesem statistischen Studium ableiten. Diese wollen wir jetzt besprechen.

Neu auftretende Arten haben im allgemeinen sofort sich an dem *Kampf ums Dasein* zu beteiligen. Sie müssen den lokalen Anforderungen ihres Geburtsortes genügen, sonst werden sie offenbar bald zugrunde gehen. Aber ihre Anpassung haben sie von ihrer Mutterart in der Regel ohne erhebliche Änderung übernommen. Denn die Merkmale, welche sie von dieser trennen, haben zwar vom *systematischen* Standpunkte betrachtet guten spezifischen Wert, aber vom *biologischen* Gesichtspunkte haben sie nur ganz untergeordnete Bedeutung. Sie weisen keine Beziehung zum Kampfe um das Leben auf. Das gilt ja bekanntlich ganz allgemein von den spezifischen Merkmalen, wie jede Durchmusterung der Diagnosen einer Flora leicht ergibt.

Man darf somit annehmen, daß wenigstens die meisten neuen Arten gleiche Aussichten auf Erfolg haben wie die Formen, aus und zwischen denen sie entstanden sind. Sie werden ihre Vermehrung und ihre Wanderungen nach den für jene geltenden Gesetzen anfangen und weiterführen. Sie werden gegen ihre Vorfahren nicht auf Leben und Tod kämpfen, sondern sich einfach neben diesen vermehren und im großen und ganzen mit diesen gleichen Schritt halten. Die ältere Ansicht nahm an, daß sie die Mutterarten geradeaus bekämpfen und besiegen mußten, um sich an ihrer Stelle einen genügenden Platz in der betreffenden Pflanzenassoziation zu sichern. Das brauchen sie aber offenbar nicht. Auch ist es nicht gerade wahrscheinlich, daß die neue Form alle einzelnen Standörter der älteren erreichen würde, und das wäre doch wohl für eine völlige Vernichtung die erste Bedingung. Wir folgern also, daß die Bildung neuer Arten gar keine durchgreifende Ursache für das Aussterben der älteren darstellt. Die einen vermehren sich nicht etwa auf Kosten der anderen.

Ist diese Folgerung aber richtig, so muß man das Zugrundegehen von Arten im Kampf ums Dasein im großen und ganzen für eine sehr seltene Erscheinung halten. In der paläontologischen Geschichte sind die Arten nicht aus diesem Grunde, sondern durch Änderungen des Klimas bzw. durch lokale geologische Umwälzungen vertilgt worden. Wo solche nicht oder doch nicht in ausreichendem Umfange stattgefunden haben, darf man annehmen, daß das Aussterben eine sehr seltene Erscheinung ist. In der Regel werden die mütterlichen Formen neben ihren Kindern erhalten bleiben und im gleichen Schritt mit diesen sich vermehren und ausdehnen.

Für systematische Studien scheint nun diese Folgerung sehr wichtig. Sind die Vorfahren noch erhalten, so braucht man keine hypothetischen Formen als solche anzunehmen. Nahezu die ganze Stammesgeschichte einer gegebenen Familie muß mit Hilfe der jetzt noch lebenden Formen dargestellt werden können.

Diese Betrachtung steht aber in unmittelbarer Beziehung zu einem anderen wichtigen Punkte. Ich meine die Frage nach der *Größe der Unterschiede*, welche eine neue Art von ihrer Mutter trennen. Die herrschenden Theorien der Erblichkeit würden hier erwarten lassen, daß die einzelnen elementaren Eigenschaften bei diesem Prozesse getrennt und nacheinander erneuert werden würden. Umfaßt die Diagnose einer neuen Art mehrere solche Faktoren, wie dieses wohl fast immer der Fall ist, so müßte sie dementsprechend sich stufenweise ausgebildet haben. Dann aber müßten die Stufen aus den oben erörterten Gründen, wenigstens sehr häufig, neben der vollendeten Form erhalten bleiben. Solchen Übergängen begegnet man aber fast nirgendwo. Und daraus ergibt sich, daß bei der Neubildung von Arten die Eigenschaften gruppenweise umschlagen. Die ganze neue Diagnose kann der Erfolg eines einmaligen Schrittes in der Entwicklungsgeschichte sein. Die betreffenden Faktoren müssen, wie man sagt, derartig aneinander gekoppelt sein, daß sie nur als ein zusammengesetztes Ganzes umgeändert werden können. Wird nur eine einzelne Eigenschaft verändert, so sprechen die Systematiker ja bekanntlich von der Entstehung von Varietäten, nicht aber von Arten.

Wie verhält es sich nun mit den Gattungen? Werden diese auch in der Regel mit einem Schlage ins Leben gerufen oder muß man hier das Aussterben von Zwischenformen annehmen? Eine Antwort kann uns die Betrachtung der sogenannten monotypischen Gattungen geben. Diese umfassen nur je eine Art. Eine Spaltung in Spezies hat in ihnen noch nicht stattgefunden. Merkwürdigerweise sind sie äußerst zahlreich und bilden etwas über 38 % oder mehr als ein Drittel aller lebenden Gattungen. Dazu kommt, daß ihre Verbreitung in der Regel eine sehr beschränkte ist; ganz gewöhnlich gehören sie zu den endemischen Formen ihrer Flora. Ihnen folgen die ditypen Gattungen, welche je zwei Arten enthalten; sie bilden 13 % der ganzen Reihe und umfassen somit mit den Monotypen zusammen mehr als die Hälfte aller Genera. Gattungen mit drei, vier und mehr Arten sind dann um so weniger zahlreich, je mehr Spezies sie besitzen, bis die ganze Reihe in den artenreichsten Genera, wie *Senecio* mit 1500 und *Astragalus* mit 1600 Arten gipfelt. Offenbar haben die großen Gattungen eine lange Zeit gebraucht, z. B. die ganze Tertiär-

zeit, um sich so stark zu differenzieren; dementsprechend sind sie auf der Erde auch am weitesten verbreitet. Im großen und ganzen darf man annehmen, daß auch die Gattungen um so jünger sind, je weniger Arten sie hervorgebracht haben. Um so kleiner ist in der Regel auch der Umfang des von ihnen bewohnten Gebietes.

Die Gattungen verhalten sich somit wie die Arten, und namentlich gilt dieses von jenen, welche je nur eine einzige Art umfassen. Man findet auch hier keine Zwischenformen oder Übergänge zu den nächst verwandten Typen. Denn wäre dem so, so würden sie wohl stets von den Systematikern als eigene Arten beschrieben worden sein, und einartige Gattungen würden gar nicht vorkommen oder doch höchst selten sein. Die frühere Annahme, daß die Zwischenformen ausgestorben seien, ist auch hier zu ersetzen durch die Vorstellung, daß sie überhaupt nicht existiert haben. Sind aber die Gattungen wie die Arten in der Regel mit einem Schlage in die Erscheinung getreten, so müssen auch größere Faktorenkomplexe als jene der Artdiagnosen gruppenweise umgeändert werden können.

Fassen wir zum Schluß die Ergebnisse der neuen statistischen Methode zusammen, so sehen wir, daß sie nicht unwesentlich von den herrschenden Vorstellungen abweichen. Denn *die Entstehung und die Wanderung der Arten sind* nach ihr *im wesentlichen mechanische Vorgänge*, an denen sich die biologischen Veränderungen nur in untergeordneter Weise beteiligen. Der Kampf ums Dasein entscheidet zwar über Leben und Tod, aber für Gattungen und Arten fast nur in ihrer allerfrühesten Jugend. Sind einmal die Untauglichen vertilgt worden, so haben die anderen etwa gleiche Aussicht auf Erfolg wie die Formen, aus und zwischen denen sie entstanden. Ein Verdrängen der älteren Typen braucht man dabei nicht anzunehmen; diese bleiben neben ihren Nachkommen in der Regel erhalten. Von den Gliedern einer Familie sind die einen älter, die anderen jünger, aber *die Hypothese von zahlreichen ausgestorbenen Zwischenformen*, welche die Ausbildung und Trennung der jetzt lebenden Arten und Gattungen bedingt haben sollen, ist ganz *überflüssig* geworden. Der Kampf ums Dasein waltet ohne jeden Zweifel ganz heftig zwischen den Individuen, aber für die Entwicklung des großen Formenreichtums der Natur hat er im großen und ganzen keine Bedeutung.

Über Lumineszenz bei chemischen Reaktionen.

Von H. Zocher und H. Kautsky, Berlin-Dahlem.

Im Zusammenhang mit den vor einiger Zeit in dieser Zeitschrift erschienenen äußerst interessanten Darlegungen von *P. Buchner* (1) „Über das tierische Leuchten", welches die rein biologische Seite des Problems behandelt, mag es vielleicht wünschenswert erscheinen, hier einige neuere Ergebnisse und Anschauungen über die physikalisch-chemische Seite des Grundphänomens, der Chemilumineszenz, darzulegen. Die Biolumineszenz haben *Dubois, Coblentz* und vor allem *Harvey* (2) vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus untersucht und haben sowohl in die Frage der sie bedingenden chemischen Reaktionen Licht gebracht, als auch mit Hilfe sorgfältiger physikalischer Messungen das emittierte Licht analysiert. Es ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen den Leuchterscheinungen an Organismen und denen der unbelebten Materie besteht, und somit werden die Ergebnisse der Erforschung unorganisierter chemilumineszenter Systeme auch Geltung haben für die Erscheinungen, die wir an Lebewesen vorfinden.

Als Chemilumineszenz bezeichnet man im allgemeinen Leuchterscheinungen, die ihre Energie dem Ablauf chemischer Reaktionen verdanken, ohne daß die Temperatur des reagierenden Systems so hoch wäre, daß die gleiche Strahlung auch ohne chemische Umsetzung emittiert würde. Bei den meisten unter Lichtentwicklung verlaufenden chemischen Reaktionen, wie z. B. beim Verbrennen von Kohle, oder den zu Beleuchtungszwecken im großen Maßstabe verwendeten Verbrennungserscheinungen (Kerzen-, Petroleum-, Azetylen-, Gasglühlicht) treten Temperaturen auf, die das Leuchten als Glühen durchaus verständlich erscheinen lassen. Stärkeres Leuchten, als der betreffenden Temperatur entspricht, also vor allem Leuchterscheinungen unterhalb der Glühtemperaturen, nennt man ganz allgemein Lumineszenz; und man spricht von Photolumineszenz (Fluoreszenz, Phosphoreszenz), Röntgen-, Tribo-, Chemilumineszenz usw., je nachdem die zur Lumineszenz nötige Energie durch Belichtung, Röntgen-, Kathodenstrahlen, mechanisch durch Zerbrechen von Kristallen, durch chemische Vorgänge oder anderweitig geliefert wird.

Die erste Beobachtung einer Chemilumineszenz stammt von *Brand* bei der Entdeckung des Phosphors, dessen Dämpfe sich an der Luft in einen weißen Rauch verwandeln, der im Dunklen als leuchtende Wolke erscheint. Dieses Phosphorleuchten ist das klassische Beispiel einer Chemilumineszenz.

Erst nach Auffindung weiterer Chemilumineszenzen, und zwar fast ausschließlich solcher, die auf Oxydation beruhen, wie der von *Radziszewski* (3) gefundenen bei der Oxydation von organischen Stoffen wie Lophin, Amarin und Hydrobenzamid und der Wedekindschen Reaktion (4), der Umsetzung von Phenylmagnesiumbromid mit Chlorpikrin, besonders aber der von *Trautz* (5) beobachteten sehr schönen roten Lumineszenz beim Versetzen einer alkalischen Mischung von Pyrogallol und Formaldehydlösung mit

Wasserstoffsuperoxyd, kam man dazu, sich theoretische Ansichten über das Wesen der Lichtemission bei der Chemilumineszenz zu bilden.

Nach einigen vergänglichen Theorien waren es vor allem die Ansichten von *Trautz*, die einen allgemeinen Einfluß ausübten. Der von ihm vertretene Standpunkt ist der, daß bei einer chemilumineszenten Reaktion die freiwerdende Energie z. T. direkt als Licht auftritt, das unmittelbar bei der Vereinigung der reagierenden Moleküle ausgestrahlt wird, die Lumineszenz also einen Teil des Reaktionsvorganges selbst darstellt. Man kann nach dieser Auffassung nur von einer lumineszenten Reaktion und niemals von lumineszenten Stoffen sprechen. *Trautz* findet im Zusammenhange damit, daß eine Steigerung der Einflüsse, welche die Reaktionsgeschwindigkeit erhöhen, wie Temperatur und Konzentration, die Helligkeit des Leuchtens vermehrt. Die Lichtstrahlung bei der Chemilumineszenz wäre nach den eben dargelegten Anschauungen ein Vorgang, der durchaus verschieden von der Strahlung eines glühenden festen Körpers und eines glühenden Gases ist. Für diese beiden letzteren steht die neuere Atomtheorie auf dem Standpunkt, daß die Strahlung durch den Übergang eines Atoms oder Moleküls aus einem „angeregten", energiereicheren Zustand in den „unerregten", beständigeren Zustand stattfindet. Dabei erfolgt die Abgabe der Energie entsprechend der Planckschen Theorie in bestimmten quantenmäßig abgegebenen Beträgen. Sie hätte aber auch keinerlei Ähnlichkeit mit der Fluoreszenz. *Perrin* hat zwar versucht, die Fluoreszenz durch eine bei der Belichtung auftretende Reaktion zu erklären. Diese Hypothese ist aber in letzter Zeit, nach unseren Untersuchungen (6) und denen von *Pringsheim* (7) unwahrscheinlich geworden.

Wir dürfen es wohl als einen für uns besonders günstigen Umstand bezeichnen, daß bei einer Arbeit des einen von uns über ungesättigte Siliziumverbindungen (8) ein Stoff gefunden wurde, der neben einer außerordentlich hellen Chemilumineszenz bei der Oxydation auch alle übrigen Lumineszenzerscheinungen in ungewöhnlichem Maße zeigte und sich auch als lichtempfindlich erwies. Vergleichende Untersuchungen ergaben enge Beziehungen der Chemilumineszenz zu den anderen Lumineszenzerscheinungen; sie zeigten, daß diese Strahlungsvorgänge im Grunde ganz wesensverwandt sind.

Das für das Verständnis des Folgenden Nötige über die uns interessierende Substanz sei hier vorausgeschickt. Der Stoff, der die vielseitige Lumineszenzfähigkeit zeigt, das *Silikalhydroxyd*, von der Zusammensetzung $Si_2O_2H_2$ ist ein dunkelroter Stoff, der bezüglich seiner Oxydationsstufe zwischen zwei anderen Stufen steht, einer niedrigeren, dem farblosen Oxydisilin, und einer höheren, dem ebenfalls farblosen Leukon, welch letzteres weiter zu Kieselsäure oxydiert werden kann. Alle diese Körper sind fest und unlöslich. Bei der Umwandlung dieser Stoffe in einander wird die allen gemeinsame feinlamellige, poröse Blättchenstruktur nicht geändert. Der sich umwandelnde Körper, z. B. das rote Silikalhydroxyd, ist bei der Oxydation mit dem sich bildenden Leukon unlösbar fein verteilt vermengt, was auch an der Farbe verschieden oxydierter Silikalhydroxydpräparate deutlich zu sehen ist. Mit abnehmendem Gehalt an Silikalhydroxyd bleicht deren rote Farbe über orange nach gelb, grünlich gelb und schließlich farblos aus. Es ist leicht verständlich, daß dieselbe Farbenskala, nur in umgekehrter Reihenfolge, bei der Bildung von Silikalhydroxyd aus dem farblosen Oxydisilin durchlaufen wird. Solche Präparate, die nicht einheitlich zusammengesetzt und durch Silikalhydroxyd gefärbt sind, nennen wir im folgenden *Silikone*. — Eine Eigenschaft aller dieser genannten Verbindungen und Gemenge verdient noch hervorgehoben zu werden, da sie uns besonders für die Chemilumineszenz von Bedeutung scheint, nämlich *die stark entwickelte Fähigkeit* der feinporigen Blättchen, Stoffe in gasförmigem wie gelöstem Zustande, z. B. Farbstoffe, zu *adsorbieren*, d. h. sie an ihrer Oberfläche zu verdichten. Wir haben also feste Stoffe mit stark entwickelten Grenzflächen vor uns, weshalb auch Reaktionen, trotzdem sie eben in einem festen Stoff verlaufen, ohne weiteres diesen durch und durch in kürzester Zeit verändern können.

Die oben erwähnte Chemilumineszenz tritt auf bei der Oxydation des Silikalhydroxyds sowohl mit gasförmigen Oxydationsmitteln, wie Sauerstoff, Ozon, Chlor, Stickstoffdioxyd usw., als auch mit flüssigen Oxydationsmitteln, wie saurer Kaliumpermanganatlösung, Salpetersäure, Chromsäure, Wasserstoffsuperoxyd usw. Um ungefähr einen Begriff von der Helligkeit dieser Lumineszenz unter günstigen Bedingungen zu geben, sei gesagt, daß die leuchtende Fläche des reagierenden Gemisches in seiner Helligkeit gleichkommt einer weißen Fläche, die von einer 32kerzigen Metallfadenlampe aus einer Entfernung von 1,5 m beleuchtet wird. Die Farbe des Lumineszenzlichtes ändert sich bei Silikonproben mit steigendem Gehalt an Silikalhydroxyd vom Grün über Gelb und Orange bis Dunkelrot. Bei spektraler Zerlegung des Lumineszenzlichtes sieht man, daß das kurzwellige Ende der außerordentlich breiten Bande, die bei rot lumineszierenden Präparaten sich von rot bis gelbgrün erstreckt, mit abnehmendem Silikalhydroxydgehalt sich immer weiter nach dem kurzwelligen Ende bis blaugrün ausdehnt. Natürlich nimmt die Helligkeit der Lumineszenz bei wachsendem Gehalt an Silikalhydroxyd zunächst zu, erreicht jedoch für die gelb lumineszierenden Präparate ein Maximum, um für die rot leuchtenden wieder wesentlich schwächer zu werden. Nun zeigt auch die Fluoreszenz von Farbstofflösungen mit wachsender Konzentration des Farbstoffes ein Maximum und nimmt bei noch größeren Konzentrationen wieder

ab. Wie man sieht, unterliegt auch die Chemilumineszenz bezüglich des Gehaltes an lumineszierendem Stoff der gleichen Gesetzmäßigkeit wie die Fluoreszenz mit dem Gehalt an fluoreszierendem Stoff.

Der Einfluß der Temperatur auf die Chemilumineszenz des Silikalhydroxyds zeigt sich bei langsam verlaufenden Oxydationen, wie bei der in Luft, in einer Steigerung der Helligkeit entsprechend der zunehmenden Reaktionsgeschwindigkeit. Bei den rasch verlaufenden, mit glänzender Lichterscheinung verbundenen Oxydationen, wie mit saurer Permanganatlösung, ist eine Steigerung der Temperatur von 0 bis 100 ° mit einer wesentlichen Abnahme der Helligkeit verbunden, während eine Abkühlung auf — 80 ° (bei Verwendung von azetonischer Kaliumpermanganatlösung) noch eine deutliche Steigerung der ausgesandten Lichtmenge hervorruft. Auch die Farbe des Lumineszenzlichtes hängt von der Temperatur ab und ist um so röter, je höher die Temperatur ist.

Da das Silikalhydroxyd bei Gegenwart von Wasser oder Sauerstoff durch Belichten unter Ausbleichen oxydiert wird, hatten wir erwartet, daß auch in diesem Falle Chemilumineszenzlicht ausgesendet würde. Es müßte also bei Bestrahlung mit dem besonders stark absorbierten und chemisch wirksamen kurzwelligen Licht das hauptsächlich aus langwelligen Strahlen bestehende Chemilumineszenzlicht ausgesandt werden. Dieser Vorgang wäre in seiner Erscheinung der gleiche wie die Fluoreszenz und entspräche der oben erwähnten Auffassung *Perrins*. Er wurde tatsächlich beobachtet, und zwar war die Intensität des emittierten langwelligen Lichtes so groß, wie sie aus dem geringen chemischen Umsatz im Vergleich mit dem viel größeren Umsatz der Permanganatoxydation unmöglich zu erwarten war, der Größenordnung nach fast so hell wie die Fluoreszenz von Uranylnitrat oder Fluoreszeinlösungen. Es lag daher der Verdacht nahe, daß neben der zu erwartenden geringen, durch die Photoreaktion hervorgerufenen Chemilumineszenz auch eine echte Fluoreszenz vorliege, d. h. eine Fluoreszenz, ohne entsprechenden chemischen Umsatz. Um diese nachzuweisen, wurde zur Ausschaltung der chemischen Reaktion das silikalhydroxydhaltige Präparat in einem durch flüssige Luft gekühlten Gefäß kurzwelligen Strahlen ausgesetzt. Das Resultat dieser Versuche war, daß die Lichtstrahlung unter diesen Bedingungen *ungeheuer verstärkt* wurde, trotzdem eine chemische Umsetzung nach zwölfstündiger intensiver Belichtung fast gar nicht stattgefunden hatte. Demnach ist an dem Vorhandensein einer echten Fluoreszenz nicht zu zweifeln.

Bei eingehenderen Untersuchungen zeigte es sich, daß die Fluoreszenz ebenso wie die Chemilumineszenz an die Gegenwart von Silikalhydroxyd gebunden ist, und daß sie den gleichen Temperatur- und Konzentrationseinflüssen unterworfen ist wie diese. Die Farbe der Fluoreszenz verschiebt sich mit steigendem Gehalt an Silikalhydroxyd von Grün über Gelb und Orange nach Rot. Die gelbleuchtenden Präparate sind auch in diesem Fall die hellsten. Steigende Temperatur verschiebt die Farbe der Fluoreszenz nach Rot und schwächt in zunehmendem Maße die Helligkeit[1]). Diese Übereinstimmungen zwischen Chemilumineszenz und Fluoreszenz führten uns zu der Ansicht, daß der Leuchtvorgang bei beiden Erscheinungen der gleiche ist. Diese Aussage bedeutet also, daß bei der Chemilumineszenz das Licht von unverbrauchtem Silikalhydroxyd emittiert wird. Hat im Falle der Fluoreszenz das Silikalhydroxyd seine zur Lichtemission notwendige Energie aus dem bei der Bestrahlung absorbierten kurzwelligen Licht erhalten, so stammt bei der Chemilumineszenz diese Energie von dem reagierenden Silikalhydroxyd und muß von diesem auf unangegriffenes Silikalhydroxyd *übertragen* werden. Diese Art der Betrachtung bietet den Vorteil, daß man auch die Chemilumineszenz entsprechend der modernen Atomtheorie, wie alle übrigen Leuchtvorgänge, also eine Strahlung betrachten kann, hervorgerufen durch den Übergang eines „angeregten" energiereichen in einen „unerregten" energieärmeren Zustand.

Man gelangt also zu folgendem Bild. Durch die Oxydation des Silikalhydroxyds entsteht zunächst das Oxydationsprodukt in einem Zustande, in dem es die Reaktionsenergie noch enthält, überträgt diese dann auf ein benachbartes Silikalhydroxydteilchen, welches dadurch in den angeregten Zustand versetzt wird. Beim Übergang dieses benachbarten Silikalhydroxydteilchens aus den angeregten in den Normalzustand wird dann das Licht ausgesandt.

Einen energetisch und kinetisch wesentlich übersichtlicheren Fall haben noch vor uns *Haber* und *Zisch* (9) an einer auch chemisch einfacheren Reaktion untersucht. Sie fanden nämlich, daß bei der Vereinigung von Natriumdampf mit Chlor die für das Natrium charakteristische D-Linie ausgestrahlt wird. Sie deuteten zum erstenmal klar Chemilumineszenzvorgänge so, daß primär durch die Reaktion ein energiereiches Produkt gebildet wird, welches vorhandene emissionsfähige Moleküle oder Atome zur Strahlung veranlassen kann.

Übrigens hat schon *Stuchtey* (10) beim Ozonzerfall als Emissionsspektrum die Banden des unzersetzten Ozons gefunden und gleichfalls daraus geschlossen, daß beim Ozonleuchten das Licht von unzersetzten Molekülen ausgeht.

In allen diesen Fällen handelt es sich um Reaktionen, bei denen einer der Reaktionsteilnehmer durch die Umsetzung eines Teils seiner vorhandenen Menge in einen angeregten, strahlungsfähigen Zustand kommt. Wesentlich für das Zustandekommen einer Chemilumineszenz ist nach unserer Auffassung überhaupt die Anwesen-

[1]) Auch ist das Fluoreszenz- und das Chemilumineszenzlicht im gleichen Sinne polarisiert.

heit eines strahlungsfähigen Stoffes, der durch eine chemische Reaktion die zur Anregung nötige Energie erhält. Demnach braucht es nicht eine der *Ausgangssubstanzen* zu sein, welche das Lumineszenzvermögen besitzt, sondern es wäre ebensogut möglich, daß das Leuchten auf die Strahlungsfähigkeit eines *Reaktionsproduktes*, eventuell eines zwischendurch entstehenden, zurückzuführen ist. Es wäre schließlich auch denkbar, daß durch Übertragen der Reaktionsenergie auf einen an der Reaktion nicht beteiligten, gleichzeitig anwesenden strahlungsfähigen *Fremdstoff* Reaktionsleuchten hervorgerufen wird.

Diese Betrachtungsweise ist als Arbeitshypothese vor allem nach zwei Richtungen von besonderem Wert. Erstens regt sie dazu an, bei den bekannten Lumineszenzreaktionen nach den strahlungsfähigen Stoffen und zweitens bei den bekannten strahlungsfähigen Stoffen nach Lumineszenzreaktionen zu suchen. Unter lumineszenten Körpern sind ganz allgemein solche zu verstehen, die durch irgendeine Art von Anregung zur Strahlung gebracht werden können.

Beim Silikalhydroxyd scheinen fast alle bekannten Arten der Anregung zur Aussendung von Licht führen zu können. Wie bereits oben ausführlicher besprochen wurde, zeigt es bei Anregung durch Belichtung starke Fluoreszenz, bei tiefen Temperaturen auch Phosphoreszenz. Außerdem haben wir an Silikalhydroxydpräparaten beim Bestrahlen mit Kathodenstrahlen sehr helle Kathodolumineszenz bekommen, die ihrer Farbe nach die gleichen Verschiedenheiten zeigte wie die Fluoreszenz. Auch durch Röntgenstrahlen[1]), ebenso durch α-Strahlen kann man bei diesen Präparaten Lumineszenz erregen. Die Tribolumineszenz von Silikonpräparaten dürfte zu den hellsten zählen, so daß sich auch die oben erwähnte Abhängigkeit der Farbe von dem Gehalt an Silikalhydroxyd feststellen ließ. Es dürfte vielleicht interessieren, daß bei tiefen Temperaturen (— 80 bis — 180 °) das Zerreiben der Silikonblättchen kaum oder nicht mit sichtbarer Lichtstrahlung verbunden ist. Bei nachträglicher Temperatursteigerung tritt aber sehr deutliche Phosphoreszenz auf. Ebenso wie bei gewöhnlicher sind also auch bei der tiefen Temperatur strahlungsfähige Zentren angeregt worden, die unter diesen Umständen große Beständigkeit besitzen. Beim Erwärmen wird die Beständigkeit herabgesetzt und genau wie bei der gewöhnlichen Thermolumineszenz wird dann das Licht ausgestrahlt.

Wir sehen, daß im Falle der Chemilumineszenz des Silikalhydroxyds der Nachweis leuchtfähiger Zentren leicht und in verschiedenster Weise zu erbringen ist.

Weitere Fälle von Chemilumineszenz, bei denen einer der *Ausgangsstoffe* strahlungsfähig ist, haben wir, von unseren Vorstellungen ausgehend, bei der Oxydation solcher Farbstoffe gefunden, deren Strahlungsfähigkeit in wäßriger Lösung als Fluoreszenz bekannt ist. Mit alkalischem Wasserstoffsuperoxyd gaben mehrere Farbstoffe, wie Fluoreszin, Eosin, Erika, ein Oxazinfarbstoff u. a. deutliches, wenn auch schwaches Reaktionsleuchten. Daß trotz der großen Fluoreszenzfähigkeit dieser Farbstoffe, die in der Größenordnung die gleiche ist wie beim Silikalhydroxyd, die Chemilumineszenz im Vergleich mit letzterem nur sehr schwach ist, wird verständlich, wenn man bedenkt, daß eine Übertragung der Reaktionsenergie nötig ist, die bei dem festen Silikalhydroxyd infolge der dichten Lagerung der Teilchen begreiflicherweise viel öfter stattfinden wird als bei den durch eine große Anzahl von Lösungsmittelmolekülen getrennten Farbstoffmolekülen. Bei gelösten Stoffen wird also im allgemeinen die Ausnützung der Reaktionsenergie zur Emission sehr schlecht sein.

Die oben erwähnte Möglichkeit, daß der bei einer Reaktion lumineszierende Stoff eines der *Reaktionsprodukte* ist, liegt nach *Haber* und *Zisch* bei der Vereinigung von Quecksilberdampf mit Chlor wahrscheinlich vor. Das Reaktionsleuchten scheint das Bandenspektrum des Sublimats zu sein. Auch das Phosphorleuchten dürfte unserer Ansicht nach durch das bei der Oxydation von Phosphor oder einiger seiner Verbindungen entstehende Phosphorpentoxyd hervorgerufen sein. Phosphorpentoxyd zeigt auch in reinstem Zustande kräftige Fluoreszenz und Phosphoreszenz, die in ihrer Farbe Ähnlichkeit mit der Chemilumineszenz des Phosphors zeigt. Ob bei dieser Art lumineszenter Reaktionen das Reaktionsprodukt direkt im angeregten und strahlungsfähigen Zustande entsteht oder in einem energiereichen, der nur zur Anregung von anderen Phosphorpentoxydteilchen dienen kann, muß noch dahingestellt bleiben. Im ersten Falle hätten wir es mit einer Chemilumineszenz ohne Übertragung zu tun.

Die dritte bereits angedeutete Klasse von Lumineszenzen, bei welcher die Reaktionsenergie auf einen gleichzeitig anwesenden, an der Reaktion nicht beteiligten strahlungsfähigen *Fremdstoff* übertragen wird, welcher so zur Lumineszenz veranlaßt wird, haben wir zu realisieren versucht. Eine solche „Synthese einer Chemilumineszenz" schien uns von besonderer Bedeutung, weil diese die beste Stütze unserer Auffassung sein würde. Es war nun von vornherein zu erwarten, daß eine solche Synthese nicht leicht auszuführen sein würde, da zweifelsohne eine größere Anzahl von sich gegenseitig beschränkenden Bedingungen erfüllt sein müssen.

Zunächst dürfte bezüglich der Wahl der Anregungsreaktion eine Regel zu beachten sein, die analog der für die Fluoreszenz gültigen Stokes-

[1]) Die Angabe in unserer ersten Arbeit, daß Röntgenstrahlen keine sichtbare Lumineszenz hervorrufen, beruhte auf der Verwendung zu geringer Intensitäten.

schen Regel ist. Die pro Molekül entstehende Reaktionsenergie muß größer sein als die nach der oben erwähnten Planckschen Theorie für die Ausstrahlung eines Lichtquants erforderliche Energie. Es muß sich also um eine Reaktion von bedeutender Wärmetönung handeln, wie sie wohl hauptsächlich bei Oxydations-Reduktionsprozessen zu finden ist. Natürlich muß die Reaktion so geleitet werden, daß die Temperatur nicht zu hoch wird.

Als strahlungsfähigen Stoff wird man am besten einen solchen auswählen, von dem man weiß, daß er leicht zu kräftiger Strahlung im sichtbaren Gebiet anzuregen ist, also z. B. einen stark fluoreszierenden. Fernerhin muß er in Gegenwart der reagierenden Stoffe in lumineszenzfähiger Form einigermaßen beständig sein.

Vorausgesetzt, daß bei den ausgewählten Stoffen eine *Übertragung* überhaupt möglich ist, wird der Effekt von der Häufigkeit dieses Übertragungsvorganges abhängen. Um diese möglichst groß zu machen, wird es gut sein, wenn der reagierende und der anzuregende Stoff sich in möglichster Nachbarschaft befinden. Am günstigsten dürften die Bedingungen sein, wenn die beiden bereits chemisch miteinander verknüpft sind, ohne daß sie ihren individuellen Charakter verloren haben, wie z. B. bei Salzen fluoreszenzfähiger Farbbasen mit stark reduzierenden Säuren. Versuche in dieser Richtung liegen noch nicht vor. Eine Art innigster Vereinigung bzw. starker Konzentrationserhöhung finden wir bei der Adsorption an Grenzflächen (siehe S. 195, rechts). Möglicherweise spielt dieser Umstand bei sehr vielen Chemilumineszenzen eine große Rolle, denn es ist auffällig, daß die meisten lumineszenten Reaktionen bei Gegenwart von Grenzflächen — in heterogenen (mehrphasigen) Systemen — ablaufen. Schließlich muß das Ganze so beschaffen sein, daß es kein zu starkes Absorptionsvermögen für die bei der Reaktion ausgesendete Strahlung besitzt.

Da wir in den ungesättigten Siliciumverbindungen wenig lichtabsorbierende Systeme von sehr großer Oberflächenentwicklung und starken Adsorptionsvermögen für Gase und gelöste Stoffe kennengelernt haben, welche gleichzeitig Reaktionen mit großer Wärmetönung eingehen, lag es nahe, mit diesen eine Synthese einer Chemilumineszenz zu versuchen. Am geeignetsten hierzu schien zunächst die niedrigste Oxydationsstufe dieser Reihe, das farblose Oxydisilin. Dieses besitzt keine wesentliche eigene Fluoreszenz. Die geringe, die beim Bestrahlen mit kurzwelligem Licht auftritt, ist sicher der Anwesenheit geringer Spuren von Silikalhydroxyd zuzuschreiben, ebenso wie das ganz geringe Reaktionsleuchten bei der Oxydation mit Permanganat. Außerdem kämen auch die höheren, ebenfalls farblosen Oxydationsstufen, z. B. das eingangs erwähnte Leukon, in Betracht.

Als strahlungsfähige Stoffe haben wir eine große Anzahl fluoreszierender organischer Farbstoffe herangezogen, deren Zahl aber wesentlich beschränkt wurde durch die Bedingung, daß sie von den hauptsächlich basische Farbstoffe adsorbierenden Siliciumverbindungen aufgenommen werden müssen. Außerdem dürfen sie in der stark sauren Lösung ihr Fluoreszenzvermögen nicht verlieren und von den anzuwendenden Oxydationsmitteln nicht zu rasch zerstört werden. Als sehr gut geeignet erwiesen sich die Rhodaminfarbstoffe, insbesondere das gelbrot fluoreszierende Rhodamin B, das gelb fluoreszierende Rhodamin 6 G und das gelbgrün fluoreszierende Echtsäureeosin und als Farbstoff ganz anderer Konstitution das als Sensibilisator für photographische Platten bekannte orangerot fluoreszierende Isochinolinrot.

Die Versuche wurden in folgender Art angestellt. Möglichst reines Oxydisilin, von dem wir uns überzeugt hatten, daß es bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat in salzsaurer Lösung nur eine äußerst schwache grünliche Lumineszenz hatte, wurde mit einer Lösung von Rhodamin B versetzt und die durch Adsorption rotgefärbten Oxydisilinblättchen mit saurem Permanganat oxydiert. Dabei zeigte es eine sehr starke rote Lumineszenz. Das gleiche ist zu beobachten, wenn man den Farbstoff erst nachträglich, während der Oxydation des Oxydisilins mit Kaliumpermanganat, zusetzt. Verwendet man an Stelle des Rhodamins B Isochinolinrot, so ist der Verlauf der Versuche sehr ähnlich. Bei diesen rotgefärbten Stoffen war es schließlich noch denkbar, daß die Farbe des emittierten Lichtes durch nachträgliche Lichtabsorption verursacht sei. Dann müßte man zur Erklärung des Auftretens der hellen Lumineszenz überhaupt die Bildung von Silikalhydroxyd unter dem Einfluß des Farbstoffzusatzes annehmen. Das rote, gelbfluoreszierende Rhodamin 6 G und das ebenfalls rotgefärbte, aber gelbgrün fluoreszierende Echtsäureeosin geben beim Zusatz zu reagierendem Oxydisilin eine auch wieder der Fluoreszenz entsprechende gelbe bzw. gelbgrüne helle Chemilumineszenz. Damit ist der oben angedeuteten Erklärungsmöglichkeit der Boden entzogen. Ebensogut wie Oxydisilin kann man für diese Untersuchung Silikon benutzen, welches durch Kaliumpermanganat soweit oxydiert ist, daß die Chemilumineszenz dieses Präparates völlig verschwunden oder auf einen ganz minimalen Betrag herabgesunken ist. Mit Rhodamin B, Rhodamin 6 G und Echtsäureeosin verlaufen die Versuche ähnlich wie mit Oxydisilin. Setzt man hingegen zu einem solchen nicht mehr leuchtenden Reaktionsgemenge von Silikon und saurem Permanganat eine wäßrige Lösung von Isochinolinrot zu, so sieht man eine intensive grüne Chemilumineszenz. In Anbetracht der gelbroten Fluoreszenz des Isochinolinrotes muß ein derartiges Resultat von dem oben dargelegten Standpunkt aus höchst befremdlich erscheinen. Eine

Erklärung dieses Verhaltens ergibt sich aber aus der Beobachtung, daß Isochinolinrot durch Salzsäure und Permanganat zu einer gelbgefärbten, grünfluoreszierenden Substanz oxydiert wird. Die Gegenwart des stark reduzierenden Oxydisilins verhindert diese Umwandlung, so daß man bei Verwendung von Oxydisilin die oben erwähnte rote Lumineszenz erhält. Beim ausgeleuchteten Silikon dagegen geht die Oxydation des Isochinolinrots so rasch vor sich, daß man nur die Lumineszenz des grün fluoreszierenden Oxydationsproduktes erhält. Die nicht mehr reaktionsfähige Kieselsäure, welche die von uns verwendeten Farbstoffe auch sehr stark adsorbiert, gibt beim Versetzen mit diesen und saurem Permanganat nicht das geringste Leuchten mehr, während die Fluoreszenz der angefärbten Kieselsäure sehr stark ist. Ganz ähnlich verlaufen die Versuche, wenn man die trockenen angefärbten Siliziumverbindungen mit ozonhaltigem Sauerstoff oxydiert. Besonders eindeutig sind die Anregungen der genannten Farbstoffe zum Leuchten durch die Umsetzung von Silicooxalsäure mit saurer Permanganatlösung, da die Silicooxalsäure leicht in nicht fluoreszierendem und nicht chemilumineszierendem Zustande zu erhalten ist.

Selbstverständlich sollen diesen rein qualitativen Versuchen noch quantitative Grundlagen durch Spektralmessungen gegeben werden. Auch mit anderen Reaktionsgemischen haben wir analoge Versuche bereits ausgeführt und Resultate erhalten, die weitere Erfolge erhoffen lassen, aber noch nicht zum Abschluß gebracht worden sind. Wir werden demnächst an anderer Stelle darüber berichten.

Im Rahmen einer gemeinverständlichen Darstellung ist es schwer auszuführen, inwiefern der hier kurz berührte Mechanismus von Anregung und Übertragung eine große Reihe von bekannten Vorgängen in Zusammenhang bringt und neue erwarten läßt. Als Beispiele seien erwähnt, außer Fluoreszenz und Chemilumineszenz, photochemische Prozesse, speziell auch Sensibilisierung, ferner gekoppelte Reaktionen, Reaktionselektronen und Kathodoreaktionen, Glühelektrodenemissionen u. a.

Literatur.

1. Diese Zeitschrift *10*, S. 1, 1922.
2. The nature of animal light Philadelphia und London (1919); daselbst ausführliche Literaturangaben.
3. *Liebigs* Annalen *203*, S. 305 (1880).
4. Physikalische Zeitschrift 7, S. 808 (1906).
5. Zeitschrift für physikalische Chemie *53*, S. 99 (1905); Jahrbuch für Radioaktivität und Elektronik *4*, S. 136 (1907).
6. *Kautsky* und *Zocher*, Zeitschrift für Physik *9*, S. 267 (1922).
7. Zeitschrift für Physik *10*, S. 176 (1922).
8. *Kautsky*, Zeitschrift für anorg. Chemie *117*, S. 209 (1921).
9. Zeitschrift für Physik *9*, S. 302 (1922).
10. Zeitschrift für wiss. Photographie *19*, S. 161 (1920); Berlin-Dahlem, Kaiser-Wilhelm-Institut f. physik. Chemie.

Ältere und neue Anschauungen über die Strömungen der Nordsee.

Von Georg Wüst, Berlin.

Die Erforschung der Meeresströmungen bietet in den mit dem Ozean in freier Verbindung stehenden Randmeeren besondere Schwierigkeiten, da in ihnen die echten Meeresströmungen überdeckt sind von einer nach Art und Entstehung von diesen grundverschiedenen Strömungserscheinung, den periodisch wechselnden Gezeitenströmungen. Verlaufen jene im allgemeinen an einem Punkte in einer bestimmten Richtung und Stärke, so ändern sich die Gezeitenströmungen in beiden ständig und bewirken, daß ein Wasserteilchen innerhalb einer Gezeitenperiode von $12^h\ 25^m$ eine mehr oder minder gestreckte Ellipse durchlaufen hat. Nach Ablauf dieser Zeit ist also das Wasserteilchen durch die Gezeitenströmung an den Ausgangspunkt zurückgebracht, nicht ganz zwar, und diese Abweichung repräsentiert den Reststrom, die echte Meeresströmung, die an Stärke nur einen Bruchteil, im Durchschnitt etwa ein Zehntel der Gezeitenströmung, ausmacht. Treten im offenen Ozean die Gezeitenströmungen völlig hinter den echten Meeresströmungen zurück, so liegt also der Fall in engen Meeresteilen wie der Nordsee gerade umgekehrt. Angesichts des verwickelten Gezeitenverlaufes erweist es sich in diesen als unmöglich, aus gelegentlichen Strombeobachtungen und Schiffsversetzungen, wie sie für den freien Ozean genügen, das wahre Strömungsbild der Nordsee abzuleiten. Systematische, sich über viele Gezeitenperioden erstreckende Strombeobachtungen sind vielmehr dazu erforderlich.

So erklärt es sich, daß man verhältnismäßig spät, erst 1897 durch *Fulton*, zu einer begründeten Vorstellung über die Oberflächenströmungen der Nordsee gelangte. Auf Grund der von der schottischen Fischereibehörde zahlreich ausgesetzten Flaschenposten kam *Fulton* zu der Anschauung, daß ein einziger großer linksdrehender Wirbel die Nordsee erfüllt. Durch die Färöer-Shetland-Rinne tritt atlantisches Wasser in die Nordsee und wird an der schottisch-englischen Küste entlang nach Süden, dann untermischt mit Kanalwasser längs der holländisch-deutschen Küste nach Osten geführt, um schließlich, immer rechts ans Land gelehnt, und ständig durch Flußwasser versüßt, nach Norden zum Skagerrak und Nordmeer abzufließen (s. Fig. 1).

Im Prinzip ist diese Anschauung eines einzigen linksdrehenden Stromwirbels vielfach bis heute beibehalten worden, obwohl die Karte *Fultons* große Gebiete stromleer läßt und auch angesichts des reichgegliederten Umrisses und Bodenreliefs der Nordsee einen durchaus schematischen Eindruck erwecken mußte. Die Methode, aus bekannten Anfangs- und Endpunkten der Bahnen von Flaschenposten ein Strömungsbild zu konstruieren, konnte auch nur zu schema-

tischen Strömungslinien führen. Denn die Bahnen selbst sind unbekannt, ihre Konstruktion setzt eigentlich die Annahme eines zyklonischen Wirbels, d. h. in gewissem Ausmaße das abzuleitende Ergebnis voraus.

Daß das Strömungsbild der Nordsee wesentlich verwickelter ist, lehrte auch, wenigstens für ihren südlichen Teil, die Arbeit von *Wendicke*, die sich auf die Strommessungen des Berliner Instituts für Meereskunde auf den Feuerschiffen der Deutschen Bucht stützt. Die Analyse der sich über viele Tage in verschiedenen Jahreszeiten erstreckenden Dauerbeobachtungen ergab, daß die Deutsche Bucht meist von einem kleinen rechtsdrehenden Wirbel erfüllt ist; aus holländischen Strombeobachtungen leitete *Wendicke* einen zweiten für die Südwestecke der Nordsee, die sogenannten Hoofden ab. Damit aber verschiebt sich der Hauptwirbel nach Norden und erfüllt nach *Wendicke* nur die nördliche Hälfte der Nordsee (s. Fig. 2).

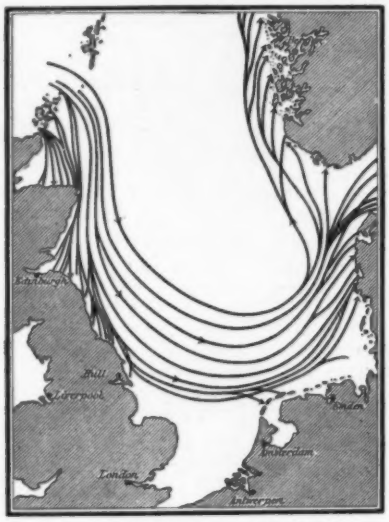

Fig. 1. Die Strömungen der Nordsee. Nach *Fulton* (1897). (Aus Sammlung Meereskunde.)

Fig. 2. Resultierende Strömungen der Nordsee. Nach *Wendicke* (1913). (Aus Veröff. Inst. f. Meereskunde, Heft 3.)

Vielstündige Dauerstrombeobachtungen von verankerten Schiffen, in allen Jahreszeiten wiederholt, wären naturgemäß die geeignetste Grundlage für die Konstruktion eines Strömungsbildes. Von diesem Ziele sind wir noch weit entfernt. Jedoch bietet das umfangreiche, durch die internationale Meeresforschung aufgesammelte hydrographische Material die Möglichkeit, auf indirektem Wege aus den örtlichen und zeitlichen Unterschieden der Salzgehaltverteilung das Strömungssystem der Nordsee zu entschleiern. Diesen Weg geht eine neuere Untersuchung von *G. Böhnecke*, betitelt „Salzgehalt und Strömungen der Nordsee", die wie die Arbeit *Wendickes* aus der Schule von *Alfred Merz* hervorgegangen ist.

In der Erkenntnis, daß die Frage der Überfischung der nordeuropäischen Meere nur durch eine gründliche Erforschung der hydrographischen und biologischen Verhältnisse geklärt werden könne, hatten sich 1901 ihre Randstaaten zu der großen Organisation der Internationalen Meeresforschung zusammengeschlossen und bis zum Kriege in ununterbrochener zwölfjähriger Tätigkeit ein umfassendes vergleichbares Beobachtungsmaterial geschaffen. Viermal im Jahre, im Februar, Mai, August und November, wurden die nordeuropäischen Gewässer, insbesondere die Nordsee, gleichzeitig auf jedesmal denselben Linien und Stationen nach einheitlichen Methoden untersucht. Doch die großen Hoffnungen, die man anfangs hinsichtlich der Auffindung verhältnismäßig einfacher Beziehungen zwischen Fischereiertrag und den hydrographischen Faktoren hegte, sollten sich nicht erfüllen. Je stärker das Beobachtungsmaterial anschwoll, um so weiter entfernte man sich scheinbar von der Lösung dieses Problems. Sowohl die hydrographischen als die biologischen und fischereilichen Untersuchungen zeigten eine verwirrende Kompliziertheit der Erscheinungen, die mit einfachen Gesetzen nicht zu deuten war. Wahrscheinlich bedarf es noch langjähriger Forschungsarbeit, um die zweifellos vorhandenen, jedoch außerordentlich verwickelten Beziehungen zwischen Fischereiertrag und Hydrographie aufzufinden.

So erklärt es sich, daß trotz zwölfjähriger internationaler Arbeit bisher keine befriedigende

einheitliche Bearbeitung des großen Beobachtungsmaterials vorlag. Dieser schwierigen Aufgabe hat sich in bezug auf den Salzgehalt und die Oberflächenströmungen *Böhnecke* unterzogen, und es kann vorausgeschickt werden, daß die erzielten Ergebnisse uns ein großes Stück in der Erkenntnis der verwickelten hydrographischen Verhältnisse der Nordsee vorwärts gebracht haben. Im folgenden sollen nur die Strömungen behandelt werden, die von allgemeinerem Interesse, so z. B. für die Biologie und praktische Fischerei, sind, indem sie den Transport des Planktons und der Fischeier besorgen. Auf Grund des in den „Bulletins hydrographiques" veröffentlichten Materials konstruierte *Böhnecke* für alle Terminmonate des Zeitraumes 1902 bis 1914 synoptische Karten der Salzgehaltverteilung an der Oberfläche. Die großen Züge sind folgende: „Atlantisches" Wasser, über 35 ‰ Salzgehalt, tritt von Norden, in geringem Ausmaße auch durch den Kanal, in die Nordsee ein, die Küstengebiete werden unter dem Einfluß der Süßwasserzufuhr umsäumt vom „Küstenwasser", unter 34 ‰, das im Skagerrak und vor Südnorwegen infolge des aussüßenden Einflusses der Ostsee als „baltisches" Wasser anzusprechen ist, die großen zentralen Flächen sind endlich erfüllt vom „Nordseewasser", zwischen 34 und 35 ‰ Salzgehalt, gebildet durch Mischung der anderen Wasserarten. Ihr Anteil verschiebt sich von Monat zu Monat, zeigt aber auch von Jahr zu Jahr nicht unerhebliche Unterschiede. Nicht klimatische Einwirkungen sind es, sondern Meeresströmungen, die diese Verteilung des Salzgehaltes und seine Änderungen verursachen. Klar lassen die scharfen Grenzen der Wasserarten und ihr wirbelartiges Ineinandergreifen, das sich in der Scharung und in den Auslappungen und Ausbiegungen der Isohalinen ausdrückt, den Verlauf der Strömungen erkennen. Trotz erheblicher Unterschiede im einzelnen weisen doch die synoptischen Einzelkarten eine Reihe charakteristischer Züge auf, die gestatten, mittlere Strömungsbilder für die Monate Februar und August zu entwerfen (s. Fig. 3 u. 4).

Das Neue in diesen Karten ist folgendes: Das Strömungsbild der Nordsee ist wesentlich verwickelter, als man bisher annahm. Nicht ein einziger großer linksdrehender Wirbel beherrscht die Nordsee, sondern sie wird erfüllt von einer ganzen Reihe kleinerer Wirbel[1]), nicht weniger als acht im Februar, neun im August. Das auf den ersten Blick verwirrende neue Bild wird verständlich, wenn man die Ursachen der Wasserbewegung und die Einflüsse von Umriß und Bodenrelief betrachtet. Die Impulse der Bewegungen gehen von den drei Öffnungen der Nordsee und der Süßwasserzufuhr vom Lande aus. Vom Norden dringt der Hauptstrom, der atlantische Strom, vor. Er löst sich in der Mitte der Nordsee über der Doggerbank, die an ihrer flachsten Stelle bis auf 15 m unter die Oberfläche aufragt, in einzelne Äste auf, im Februar drei, im August zwei. Doch keiner dieser Äste erreicht die Süd- oder Ostküste der Nordsee. Im Süden stoßen der westliche und mittlere Ast auf den Kanalstrom, der in diagonaler Richtung die Nordsee geschlossen vom Kanal bis zum Skagerrak durchquert. Mit ihm bilden sie den

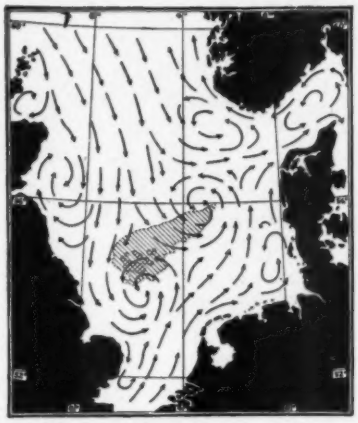

Fig. 3. Februar.

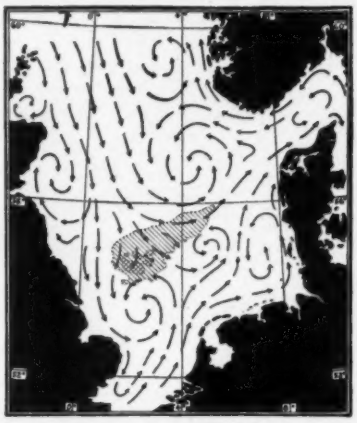

Fig. 4. August.

Mittlere Oberflächenströmungen der Nordsee. Nach *Böhnecke* (1922).
[Das schraffierte Gebiet bezeichnet die Doggerbank.]
(Aus Zeitschr. f. Ges. f. Erdkunde Berlin 1922.)

[1]) Die Bezeichnung „Wirbel" bezieht sich lediglich auf die Form der Strömungslinien. Die Geschwindigkeiten sind sehr gering, im Mittel etwa 7 cm/sec, d. h. ein Wasserteilchen würde in rund 100 Tagen von den Färöern bis zur Doggerbank gelangen.

südwestlichen und nordöstlichen Doggerbankwirbel. Dem Ostaste läuft der norwegische Küstenstrom oder baltische Strom entgegen, was Anlaß gibt zur Bildung des Lindesnaeswirbels. Diese drei großen linksdrehenden Wirbel gehören zu dem Typus der freien Wirbel, hervorgerufen durch das Zusammentreffen verschiedener Strömungen im freien küstenfernen Wasser und in ihrer Entstehung begünstigt durch die Doggerbank, und sind als solche entsprechend den Änderungen der Intensität der einzelnen Strömungen, wie schon die beiden Mittelkarten erkennen lassen, nicht unerheblichen Lageänderungen unterworfen.

Diesen veränderlichen freien Wirbeln stehen die festen Wirbel gegenüber, deren Lage durch die Küstenkonfiguration bedingt ist: die beiden rechtsdrehenden schottischen Buchtwirbel und der linksdrehende Wirbel der Deutschen Bucht. Die vorherrschenden Nord- bis Nordwestwinde rufen unter dem Einfluß der Erdrotation an der holländisch-deutschen Küste eine östliche, an der dänischen Küste eine nördliche Strömung hervor, welch letztere durch die reichen Wassermengen der Elbe wesentlich verstärkt wird. Beide Strömungen schließen sich zu dem linksdrehenden Wirbel der Deutschen Bucht zusammen in den Fällen, wo nicht ablandige Winde seine Entfaltung hemmen.

Im Februar erreicht der atlantische Strom seine größte Mächtigkeit; mit dem Nachlassen dieses Impulses im August gewinnt der baltische Strom an Ausdehnung.

Auch die Karten *Böhneckes* weisen gewisse schematische Züge auf, die besonders an der mehr oder weniger geometrischen Form der Wirbel erkennbar sind. Dies liegt einmal an der Methode, zum andern aber daran, daß in einem so seichten Meere wie die Nordsee, das in hohem Maße in seinen jeweiligen Strömungen den ständig wechselnden Witterungseinflüssen unterliegt, nur durch weitgehende Schematisierung mittlere Strömungsbilder für Sommer und Winter erhalten werden können. Vollständig dürfte dieser mittlere Zustand wahrscheinlich nie erfüllt sein. Immerhin ist es bemerkenswert, daß die zwar noch wenig zahlreichen beobachteten Restströme gut mit *Böhneckes* Konstruktion übereinstimmen. Das Ziel der weiteren Erforschung muß sein, aus gleichzeitigen über die ganze Nordsee verteilten vielstündigen Strommessungen synoptische Bilder der Restströme zu erhalten. Auf diese Weise würde man auch Aufschluß finden über ihre Stärke, über die Näheres aus *Böhneckes* Methode nicht abgeleitet werden kann. Es ist nicht zu bezweifeln, daß die in dieser Richtung fortgeführte Erforschung der Nordsee eine noch größere Kompliziertheit des Strömungssystems ergeben wird.

Literatur.

Fulton, W., The surface-currents of the North-Sea. Scott. Geogr. Mag. Bd. *XIII*, 1897.

Wendicke, F., Hydrographisch-biologische Untersuchungen auf den deutschen Feuerschiffen der Nordsee 1910/11. Die hydrographischen Ergebnisse. Veröff. d. Inst. f. Meereskunde Berlin, N. F. Heft 3. Berlin, Mittler u. S., 1913.

Böhnecke, G., Salzgehalt und Strömungen der Nordsee. Ebenda Heft 10. Berlin, Mittler u. S., 1922.

Höhe und Lage des Nordlichtes am 22. März 1920.

Nach photogrammetrischen Messungen im südlichen Norwegen.

In den letzten 11 Jahren habe ich systematische photogrammetrische Messungen von Nordlichtern im südlichen Norwegen unternommen nach dem Verfahren, das ich auf meinen Nordlichtexpeditionen nach Bossekop in den Jahren 1910 und 1913 eingeführt und verbessert habe[1]).

Eine ganze Reihe von telephonisch verbundenen Stationen haben hierunter zusammengearbeitet, und ein sehr großes Material von mehreren tausend Nordlichtphotographien ist gesammelt; von diesen haben wir mehrere hundert Photogramme zur Bestimmung der Höhe und Lage des Nordlichts im Raume. Die Bearbeitung des Materials schreitet jetzt schnell vorwärts, aber nur einzelne besonders merkwürdige Ergebnisse sind bis jetzt veröffentlicht worden[2]). Unter den während der letzten Sonnenfleckenperiode beobachteten Nordlichtern ist das Nordlicht am 22. März 1920 besonders bemerkenswert durch seine große Ausdehnung und Farbenpracht. Es war auch von großen Sonnenflecken und besonders heftigen magnetischen Stürmen begleitet.

Die Bearbeitung der Photogramme dieses Nordlichtes ist jetzt abgeschlossen, und ich gebe hier einen kurzen Auszug der erhaltenen Resultate.

Das Nordlicht wurde die ganze Nacht von sieben Nordlichtstationen beobachtet und photographiert. Mehr als 600 Aufnahmen wurden genommen, und zwar mehrere hundert gleichzeitig von zwei oder drei telephonisch verbundenen Stationen. Die gebrauchten Basislinien waren ziemlich groß, zwischen 26 und 89 km, was eine große Genauigkeit der Höhenmessungen garantiert. Ein charakteristischer Zug dieses Nordlichts war die große Länge der Nordlichtstrahlen und die ganz erstaunliche Höhe ihrer oberen Spitzen.

Die unsicheren visuellen Bestimmungen der höheren Nordlichtstrahlen in den siebziger Jahren[3]) des vorigen Jahrhunderts wurden bei dieser Gelegenheit photographisch verifiziert.

Von den Photogrammen dieser hohen Strahlen sind die folgenden besonders bemerkenswert. Die Zeit ist mitteleuropäische Zeit.

Die angegebenen Höhen sind die Höhen von ausgewählten korrespondierenden Punkten.

[1]) Siehe: *Bericht über eine Expedition nach Bossekop usw.*, Videnskabsselskabets skrifter 1911, Christiania, und: *Rapport sur une expédition d'aurores boréales à Bossekop et Store Korsnes pendant le printemps de l'année* 1913, Geofysiske Publikationer Band I, Nr. 5, Christiania 1921.

[2]) Siehe: *Situation dans l'espace de quelques Aurores boréales etc.*, „l'Astronomie" Paris 1920. *L'aurore boréale du 22—23 mars 1920*, Astronomische Nachrichten, Juni 1920; und besonders zwei Abhandlungen in *Geofysiske Publikationer* Band II, Nr. 2 und 8, Christiania.

[3]) Siehe z. B. *J. H. L. Flögel, Über die Höhe des Nordlichts und dessen Lage im Raume*, Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, November und Dezember 1871.

9^h 21^m abends. Photogramm mit Basis Bygdö—Oscarsborg, Länge 26 km. Gipfel zweier Strahlen höher als 620 km und 650 km respektive. Lage über der Nordsee 100 km von Bergen entfernt.

9^h 24^m. Photogramm mit Basis Christiania—Kongsberg, Länge 66 km. Gipfel zweier Strahlen höher als 597 und 550 km. Lage über Aalesund.

9^h $32^m,5$. Photogramm mit Basis Christiania—Kongsberg. Gipfel einer der Strahlen höher als 750 km, Gipfel der anderen höher als 540 km. Lage über Luleå bei der Botnischen Bucht.

9^h 33^m. Photogramm Bygdö—Oscarsborg. Eine Menge Strahlen über ein Gebiet von den Shetlandsinseln bis zum 12° West von Greenwich. Die Gipfel der höchsten Strahlen übersteigen 550 km, 600 km, 650 km und 470 km respektive. Basis einer der Strahlen bei 460 km.

9^h 34^m. Photogramm Bygdö—Oscarsborg. Dieselben Strahlen. Höhen der Spitzen $>$ 472, 400, 450, 550 und 370 km.

9^h 36^m. Photogramm Christiania—Kongsberg. Strahlen über Aalesund. Gipfel übersteigen 607, 562 und 514 km.

9^h 45^m. Photogramm Christiania—Kongsberg. Strahl über Stavanger. Gipfel über 600 km.

10^h 7^m. Photogramm von drei gleichzeitigen Aufnahmen von den Stationen Bygdö, Oscarsborg, Horten. Oscarsborg und Horten befinden sich südlich von Bygdö in Entfernungen von ungefähr 26 km und 56 km. Nordlichtstrahlen über ein Gebiet westlich von Schottland und nördlich von Irland. Gipfel der Strahlen übersteigen 600 km. Fußpunkte derselben höher als 400 km.

10^h $8^m,5$. Dieselben Strahlen von denselben Stationen photographiert. Fußpunkte immer oberhalb 400 km.

In den folgenden Stunden wurden eine große Menge Photogramme genommen, aber die Gipfel der Strahlen erreichen nicht mehr so ungeheure Höhen. Sehr oft aber wurde 400 km Höhe überschritten und einige Male sogar 500 km. Die Höhe der Basis der Strahlen wurde in etwa 70 Fällen genau konstatiert. Von dieser sind etwa 19 % zwischen 100 und 120 km, 37 % zwischen 120 und 140 km, 15 % zwischen 140 und 160 km und 15 % zwischen 160 und 180 km, keine Höhe unter 100 km, 9 % zwischen 180 und 300 km und einzelne höher als 300 km.

Die benutzten Platten waren Lumière, étiquette violette; was den Lichteindruck auf den Platten anbelangt, zeigten die Strahlen, deren Fußpunkte über 120 km lagen, eine ziemlich gleichmäßige Schwärzung, die allmählich nach oben abnahm. Wenn aber der Fußpunkt unterhalb 120 km lag, zeigte der untere Teil des Strahles unterhalb dieser Grenze im allgemeinen eine weit kräftigere Schwärzung als der obere Teil.

Dieses ist im guten Einklang mit der Hypothese, daß die relative Zusammensetzung der Atmosphäre eine schnelle Veränderung in dem Intervalle 100 bis 120 km zeigen darf, von einer Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre bis zu einer Helium-Wasserstoff-Atmosphäre in größeren Höhen[4]). Spektroskopische Beobachtungen in Verbindung mit gleichzeitigen Photogrammen werden hier von entscheidender Bedeutung sein.

Unter den übrigen Photogrammen erwähnen wir besonders eine Aufnahme einer kurzen Nordlichtdraperie, die über Bergen und Sognefjord gelegen war, von 3^h 20^m bis 3^h 40^m morgens am 23. März. Der untere Rand dieser Draperie lag nur 82 bis 85 km hoch, eine Bestimmung, die sehr genau ist, wegen der großen Basis Bygdö—Kongsberg von 64 km. Die vertikale Ausdehnung der Draperie war etwa 16 km. Diese untere Grenze ist niedriger als die untere Grenze von 87 km, die ich auf meiner Bossekopexpedition in 1913 beobachtete.

Die ganze Nacht hindurch wurden Nordlichtkronen beobachtet und photographiert, welche eine gute Bestimmung des Radiationspunktes ergaben. 40 gute Aufnahmen zeigten, daß die Lage dieses Punktes schnellen Veränderungen unterlag.

Die Höhe über dem Horizont variierte von 68°,3 bis 71°,9 und war im Mittel 69°,54.

Infolge einer Mitteilung vom Astronomischen Observatorium in Christiania ist die normale magnetische Inklination an dieser Stelle 70°,8.

Von besonderem Interesse war eine schöne blaue Nordlichtkrone, von welcher ich 12 gute Photographien zwischen 4^h 40^m und 4^h 46^m (morgens, 23. März) nahm. Die drei besten gaben für den Radiationspunkt Höhen von 68°,5 bis 68°,8. Die blauen Strahlen waren ungewöhnlich ausgedehnt und machten den Eindruck, sehr hoch zu steigen.

Leider habe ich keine sicheren Photogramme dieser Strahlen.

Ein detaillierter Bericht dieses merkwürdigen Nordlichts wird zusammen mit dem Ergebnis sämtlicher Messungen der im südlichen Norwegen photographierten Nordlichter in einem besonderen Werke publiziert werden. *Carl Störmer.*

[4]) Siehe § 30 des oben zitierten Werkes *Rapport sur une expédition etc.* Geof. publ. Band I, Nr. 5.

Besprechungen.

Driesch, Hans, Philosophie des Organischen. Zweite, teilweise umgearbeitete Auflage. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1921. 608 S. und 14 Figuren im Text.

Unter denjenigen, welche Anteil an einer philosophischen Durchdringung der Lebenserscheinungen und der Ausarbeitung einer prinzipiellen Sonderstellung des Lebens und der Wissenschaft vom Leben genommen haben, nimmt *Hans Driesch* eine ganz hervorragende Stellung ein. Von allen seinen Werken, die im Sinne des Gesagten der theoretischen Biologie und namentlich dem Vitalismus gewidmet sind, ist die zuerst im Jahre 1909 erschienene Philosophie des Organischen als der am tiefsten gehende Versuch anzusehen, die Autonomie des Lebens zu beweisen und in geläuterten Begriffen der Naturphilosophie zu verankern. *Driesch* ist, wie er selbst hervorhebt, seit der Herausgabe der ersten Auflage ein anderer geworden, indem er in folgerichtiger Entwicklung seiner Anlagen „reiner Philosoph" wurde. Das hat aber wenig an dem bei weitem überwiegenden Teil seines Werkes geändert, welcher sich mit einer scharfsinnigen Analyse des Tatbestandes der Biologie befaßt, um hieraus, unter Mithilfe einer durch reiches Wissen geschärften Hellsehigkeit für das Vorhandensein und die Weisung der biologischen Probleme, die bekannten Beweise für die Autonomie des Lebens zu entwickeln. Auch ist alles Wesentliche, was eine reiche, elfjährige Periode biologischen Schaffens an Material erworben hat, in der Neuauflage verwertet worden. In den Händen von *Driesch* formt sich dieser Neuerwerb zu einer Bestätigung der Folgerungen, die schon ehemals gezogen wurden. Von hohem Interesse ist die Stellungnahme *Drieschs* beispielsweise zu den neuen

Problemen der Anpassung, der Instinkte und der Handlungen und charakteristisch für seine „Endgültigkeiten" nachgehende Betrachtungsweise der Dinge die Kritik der Mendelforschung, durch welche er zu zeigen versucht, daß die auch von ihm hochbewerteten Fortschritte der Vererbungslehre durch die Impulse der Mendelregel nur von materiellen *Mitteln* der Vererbung und Formbildung, welche in der Kette der Generationen von Keim zu Keim weitergegeben werden, und *von nichts weiter* reden. Ähnlich feine Dinge finden sich in der Betrachtung der tierischen Handlung. Die neueren Erfahrungen in der Lehre von den Instinkten und in der Hirnphysiologie werden kritisch beleuchtet und im Sinne von *Driesch* von einer mechanisch-maschinellen Deutung abgerückt. *Driesch* wandelt hier öfters gleiche Wege wie der ihm geistesverwandte Weggenosse *Jakob von Uexküll*.

Die zentrale Stellung in *Drieschs* Philosophie des Organischen nimmt seine Entelechielehre ein. Den Autor dieser originellen Lehre trifft keine Schuld, wenn sie oft mißverstanden wird. Sie hat mit dem landläufigen, oft mit naturwissenschaftlichen Tatsachen und Begriffsbildungen in unlösbaren Widerspruch gelangenden Vitalismus nichts gemein. Entelechie ist nach *Driesch nicht* Energie, *nicht* Kraft, *nicht* Intensität und *nicht* Konstante. Die Entelechie ist ein teleologisch wirkender Naturfaktor. Sie ist eine intensive Mannigfaltigkeit und vermag auf Grund ihrer inhärenten Verschiedenheiten den Betrag an Mannigfaltigkeit in der anorganischen Welt zu vermehren, soweit Mannigfaltigkeit der Verteilung in Betracht kommt; sie wirkt durch Suspension möglichen, auf gegebene Potentialdifferenzen basierten Geschehens und durch Aufheben solcher Suspensionen. Die Abgrenzung der Entelechie gegenüber der Energetik, der Mechanik und der chemischen „lebenden Substanz" gehört mit zum Scharfsinnigsten, was auf dem Gebiete der theoretischen Biologie geschrieben worden ist und wird hierdurch selbst demjenigen, der erkenntnistheoretisch *Drieschs* „vitalistischen" Standpunkt ablehnt, reichste Anregung bieten. *Drieschs* Auffassung vom Lebendigen schließt jede Durchbrechung naturwissenschaftlicher Gesetze aus, denn nach ihm ist unbelebtes und belebtes Geschehen in der Natur dem Prinzip der Eindeutigkeit unterworfen. Der Unterschied beruht darin, daß das eine räumlich, extensiv, quantitativ, das andere aber nicht räumlich, intensiv ist und nur ordnet. Beide aber beziehen sich auf räumliche Ereignisse, d. h. auf Natur.

Wir gebrauchten den Begriff „Teleologie", weil ihn *Driesch* selbst verwendet. In dem ganz neuen Teil seines Werkes, dem „rein" philosophischen, überwindet er den mit den Schlacken seiner Herkunft aus der Psychologie behafteten Begriff der Zweckmäßigkeit durch Neuaufstellung des von ihm als Grundbegriff der gesamten vitalistischen Lehre vom Lebendigen bezeichneten Begriffs „das *Ganze* oder *Ganzheit*". Das Ganze ist das, dem ich keinen Teil nehmen kann, ohne sein logisches Wesen zu zerstören. Wie in der unbelebten Natur die Einzelheitskausalität (z. B. die beiden Sätze der Thermodynamik, die Phasenregel usw.) herrscht, so verwirklicht sich in der belebten Natur die Ganzheitskausalität. Was das bedeuten soll, belegt als Beispiel die experimentelle Formenphysiologie, die gerade von *Driesch* eingehend studierte Differenzierung harmonisch-äquipotentieller Systeme. Was hier geschieht, ist: Eine *Summe* geht über in ein *Ganzes* ohne Präformation dieses Ganzen im Raum. Auf solchen, hier nur ganz andeutungshaft skizzierten Erwägungen gelangt *Driesch* zu seiner Definition des lebenden individuellen Organismus. Der individuelle Organismus als Gegenstand der *Naturlehre* ist ein aus organisch-chemischen Stoffen weniger Gruppen bestehendes, im Stoffwechsel stehendes, sich entwickelndes materielles System von anfangs niedrigstufiger, im Endstadium hochstufiger Mannigfaltigkeit, welches der adaptiven und restitutiven Regulation fähig ist und in seinem gesamten Werden, sei dieses evolutiv, funktionell oder regulativ, einer Gesetzlichkeit vom Typus der Ganzheitskausalität untersteht.

Das Werk schließt mit zwei ganz neuen Teilen, von denen das eine die Überpersönlichkeitsprobleme behandelt, das andere metaphysische Ausblicke gibt. Der Leser von *Drieschs* beiden Werken „Leib und Seele" und „Wirklichkeitslehre" wird die hier behandelten Probleme daselbst eingehender kennenlernen. In der vorliegenden Philosophie des Organischen bedeuten sie trotz ihrer Kürze einen Gipfelpunkt gedanklicher Betrachtungen, die ein tieferes Verständnis für Werdegang und Ziel der Drieschschen Naturauffassung eröffnen. *Leon Asher, Bern.*

Wentscher, Else, Das Problem des Empirismus, dargestellt an *John Stuart Mill*. Bonn, A. Marcus u. E. Weber, 1922. VIII, 153 S. 16 × 23 cm.

Das Buch verfolgt seinem Titel entsprechend sowohl historische als philosophische Ziele: der Empirismus als philosophische Gesamtrichtung soll in der Gedankenarbeit eines seiner hervorragendsten und vielseitigsten Vertreter analysiert und auf seine Tragfähigkeit als „Basis einer Weltanschauung" untersucht werden. Im Einleitungskapitel gibt die Verfasserin einen Abriß von *Mills* persönlichem Entwicklungsgang, worin vor allem die groteske Erziehungsmethodik seines Vaters James, dann seine Beziehungen zu *Comte* und zu seiner späteren Gattin Mrs. *Taylor* bedeutsam hervortreten. Darauf werden in fünf Kapiteln die Leistungen *Mills* auf den verschiedenen Gebieten der theoretischen und praktischen Philosophie behandelt. Was die letztere anbelangt, so ist *Mill* nach dem Urteil der Verfasserin „vor allem aufbauender Kulturreformator"; auf ethischem Gebiet ist er „trotz der utilitaristischen Formulierung seiner Gedanken im letzten Grunde *Idealist*", sein höchster Wert ist nicht etwa das, was erfahrungsgemäß die Mehrzahl der Menschen als Glückseligkeit ansieht, sondern die „Verwirklichung des sittlichen Ideals, der Vervollkommnung der Menschheit". In seinen drei nachgelassenen Essays über Religion dringt *Mill* sogar bis ans Metaphysische vor, indem er „mit der ganzen Sorgfalt des induktiven Forschers erwägt, welche Schlüsse von gesicherter Erfahrung aus zu den letzten Grundlagen unseres Seins führen, wie weit zwingende Schlüsse auf diesem Gebiet reichen und welches Recht Postulate beanspruchen dürfen". Auch in der Psychologie geht *Mill* erheblich über den orthodoxen Empirismus hinaus, zumal in seinen Ansichten über das Realitätsbewußtsein („belief"), über elementare Willensvorgänge und über die fortdauernde reale Ich-Einheit, die er als Substrat namentlich der Gedächtniserscheinungen annehmen zu müssen glaubt. — Auf logisch-erkenntnistheoretischem Gebiet würdigt die Verfasserin insbesondere *Mills* Lehre vom Syllogismus, von den mathematischen Axiomen, seine Theorie der naturwissenschaftlichen Induktion und endlich seine Stellung zum Außenweltsproblem. Mit sachkundiger Umsicht werden auch hier die Fortschritte *Mills* gegenüber dem älteren Empirismus auf-

gewiesen; besonders nachdrücklich wird die bahnbrechende Bedeutung der Induktionstheorie betont. Die prinzipielle Kritik, welche die Verfasserin hierbei (z. T. im Anschluß an *B. Erdmann* und *E. Becher*) an den Lehren *Mills* übt, wird man mit Interesse und Nutzen lesen, auch wenn man glaubt, daß die Begriffe Erfahrung, Realität usw., mit denen sie arbeitet, selbst noch eingehender Klärung bedürftig und fähig sind, und daß im Zusammenhang mit einer solchen Klärung vielleicht gerade die *speziellen* Leistungen *Mills* eine noch größere Bedeutung erhalten dürften, als ihnen gemäß jener allgemeinen Kritik zukommt.

Karl Gerhards, Aachen.

Wentscher, Else, Geschichte des Kausalproblems in der neueren Philosophie. Leipzig, Felix Meiner, 1921. VIII, 389 S.

Die jüngste Entwicklung der Naturwissenschaften hat das Interesse der Naturforscher für erkenntnistheoretische Probleme neu belebt und verstärkt. Physikalische und biologische Fragen haben die Aufmerksamkeit speziell auf das Kausalproblem hingelenkt. Wer sich gründlich mit diesem Problem beschäftigen will, wird durch den gegenwärtigen Stand desselben nachdrücklich auf seine bedeutsame Geschichte hingewiesen.

Der Geschichte des Kausalproblems sind außer sehr zahlreichen Spezialarbeiten mehrere zusammenfassende Werke gewidmet worden. Neben *A. Lang*, Das Kausalproblem, Köln 1904, ist das große Werk von *E. Koenig*, Die Entwicklung des Kausalproblems, Leipzig 1888, 1890, hervorzuheben, das in zwei stattlichen Bänden von *Cartesius* bis *Kant* und von *Kant* bis zu *Riehl*, *Volkelt* und *Wundt* führt. Wie *Koenigs* Werk durch eine Preisaufgabe der Berliner Akademie angeregt wurde, so auch *Else Wentschers* preisgekrönte „Geschichte des Kausalproblems in der neueren Philosophie", die ebenfalls mit *Descartes* beginnt; sie schließt mit Kapiteln über *O. Liebmann*, *Chr. Sigwart* und *B. Erdmann*. *Koenigs* Werk ist auch heute noch wertvoll; doch wird man die neue, gründliche, selbständig aus den Quellen erarbeitete Darstellung *E. Wentschers* vielfach schon darum begrüßen, weil sie nur halb so lang ist wie jenes für viele Interessenten doch gar zu umfangreiche Werk. Dem Naturforscher, der sich über die Geschichte des Kausalproblems unterrichten will, wird das W.sche Buch auch darum willkommen sein, weil es die Beziehungen des Problems zur Naturwissenschaft und die Auffassungen von *Rob. Mayer*, *H. v. Helmholtz*, *G. Kirchhoff* und *E. Mach* berücksichtigt. Ferner wird es gerade dem von der Naturwissenschaft aus zum Kausalproblem kommenden Leser von Nutzen sein, daß die Verfasserin die Kausalitätstheorien der Philosophen im Zusammenhang mit den Grundlinien der betreffenden philosophischen Systeme darzustellen pflegt; ermöglicht doch erst die Einsicht in diesen Zusammenhang ein tieferes Verständnis.

Die Darstellung der vielfach ziemlich komplizierten erkenntnistheoretischen und metaphysischen Lehren ist wohlgelungen.

Erich Becher, München.

Abderhalden, Emil, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. 1. Chemische Methoden. Teil 7. Spezielle analytische und synthetische Methoden. Heft 1. Wien, Urban & Schwarzenberg, 1922. 262 S. 18 × 25 cm.

Fast mit demselben Recht, mit dem man nur zu häufig das Gebiet der Kohlenhydrate als „abgegrast" bezeichnet, könnte der Organiker auch die Proteinchemie nicht mehr für lukrativ genug erachten, wenn er allein schon die Arbeiten *Emil Fischers* und seiner Schüler, unter denen *Emil Abderhalden* am meisten genannt wird, vor sich liegen hat. Und doch, was hat das Ausland gerade im vergangenen Kriege noch für neues Material sammeln können! Andererseits ist es ja erklärlich, daß der Anfänger in der Eiweißchemie, weil er den Überblick über die vielen Einzelarbeiten verliert, leicht zurückschreckt. Man wird deshalb das erste Heft des 7. Teils vom Abderhaldenschen Handbuch mit Freuden begrüßen, da wir mit ihm einen Überblick über die weit verstreute Literatur der Eiweißabbauprodukte in die Hand bekommen.

Die „Allgemeine Technik und Isolierung der Monoaminosäuren" — der erste Abschnitt des Werkes — bringt uns eine Zusammenfassung der Abderhaldenschen und Fischerschen Arbeiten, in der der Verfasser — *Abderhalden* — ein eingehendes Bild der teilweise recht schwierigen Methodik entwirft.

Ein für den Praktiker besonders wichtiger Teil des Buches liegt in dem anschließenden, von *A. Weil* besorgten Aufsatz: „Besondere Methoden zum Nachweis einzelner Aminosäuren" vor. In ihm wird die Dakinsche Butylalkoholextraktionsmethode bei der Aufarbeitung von Proteinhydrolysaten näher erläutert. *Weil* faßt die auch heutzutage noch recht schwer zugängliche ausländische Literatur in gedrängter Form zusammen; doch so, daß man bei der Durchführung der Methode die Originalarbeiten im allgemeinen nicht vermissen wird. Leider wird dieses elegante Dakinsche Verfahren, das ja zur Auffindung der β-Oxyglutaminsäure führte, mit Rücksicht auf den unerschwinglichen Preis des Butylalkohols in deutschen Laboratorien nur selten zur Anwendung kommen können.

Die Fischersche Estermethode, wie das Dakinsche Extraktionsverfahren haben den großen Vorteil, uns präparativ die einzelnen Spaltprodukte der Proteine als solche in die Hand zu liefern, können aber beide keinen Anspruch darauf machen, als quantitative Analyse der Eiweißstoffe zu gelten und haben außerdem den Nachteil, verhältnismäßig große Substanzmengen zu erfordern. Um also mit wenig Material quantitativ analytische Werte zu erhalten, muß man einen anderen Weg einschlagen. Diesen zeigt uns *D. D. van Slyke*. Es übersteigt den Rahmen des Referats eine genaue Schilderung der recht komplizierten Methodik, die nur ca. 3 g, im Höchstfalle 6 g Substanz benötigt, zu entwerfen.

Die Methode scheint auf den ersten Blick sehr mit den Fehlern der indirekten Analyse behaftet, besonders bei der Bestimmung von Histidin und Lysin. Doch betont der Verfasser, daß die Resultate trotzdem sehr zuverlässig ausfielen. Zum Schluß des Aufsatzes angeführte Tabellen zeigen auch, daß man bei verschiedenen Eiweißarten 98,85 bis 100,95 % der N-haltigen Substanz bestimmen konnte. Solche Ergebnisse werden natürlich aber wohl nur sehr sorgfältig arbeitende Analytiker, die lange Erfahrung in dieser Arbeitsweise besitzen, erhalten können.

Die präparative Darstellung vieler pflanzlicher Proteine bereitet, wie jeder Fachmann bestätigen kann, recht erhebliche Schwierigkeiten. Nicht allein, daß die Vorbereitungen, d. h. Zerkleinerung und Trocknen, sorgfältiger Ausführung bedürfen, sondern mehr noch als in tierischen Produkten sehen wir uns bei ihnen einem wahllosen Gemisch verschiedenster Körperklassen und Verbindungen gegenüber. Diese zu trennen erfordert viel Mühe und Arbeit. Die verwickelte Methodik, die jeweils individuell auf das Endprodukt ein-

gestellt werden muß, wie auch die gedrängte Art der Darstellung ist wohl schuld daran, daß die von *E. Winterstein* entworfene Darstellung verschiedener Aminosäuren aus pflanzlichen Urstoffen etwas unübersichtlich erscheint und dem Proteinchemiker weniger eine Anleitung zur Bearbeitung der Pflanzenstoffe gibt, als vielmehr einen Überblick über die vorliegenden Möglichkeiten, sie experimentell zu erfassen. Man wird also bei seiner Benutzung häufig von den reichlichen Zitaten Gebrauch machen müssen.

Der umfangreichste Teil des Buches ist der Synthese von Monoaminosäuren gewidmet. Bis auf eine kurze einleitende Übersicht behandelt *Fodor* jede Verbindung in allen Einzelheiten und bringt, erläutert durch Strukturformeln, die bewährtesten Spezialrezepte zur Darstellung der meisten in Frage kommenden inaktiven Aminosäuren sowie zu ihrer Spaltung in die optisch-aktiven Komponenten auf chemischem Wege. In umfangreichem Tabellenmaterial finden wir außerdem die Konstanten und Löslichkeiten dieser Verbindungen und ihrer Derivate zusammengestellt. Zum Schluß jedes Abschnittes werden auch noch kurz die Möglichkeiten der qualitativen und quantitativen Bestimmung erwähnt.

Schneller als auf chemischem Wege gelingt es häufig, inaktive Aminosäuren biologisch in optisch-aktive Substanzen zu verwandeln. Der Wert dieses Verfahrens wird von *Ehrlich* einleuchtend erörtert. Wenn wir durch den asymmetrischen biologischen Abbau auch die nichtnatürlichen aktiven Verbindungen erhalten, so sind wir ja durch die Fischerschen Arbeiten über Waldensche Umkehrung leicht imstande, zu den natürlichen Aminosäuren oder, was für die Polypeptidsynthesen häufig noch viel angenehmer ist, zu ihren halogenhaltigen Vorstufen zu gelangen. Unter diesen Methoden spielt die Vergärung mit Hefe die Hauptrolle. Die Hefe ist leicht zugänglich, relativ billig und arbeitet am schnellsten; sie wird im organischen Laboratorium im allgemeinen den Vorzug verdienen. Einige Beispiele ergänzen schließlich die gediegene, das Wesentliche betonende Darstellung, die dem Laboratoriumschemiker erspart, sich durch die weitschweifige und verstreute biologische Literatur durchzuarbeiten.

Mit der Synthese und dem Abbau der Hexonbasen beschäftigt sich *H. Steudel*. Es werden die gangbaren Verfahren zur Darstellung von Histidin, Arginin und Lysin erörtert und durch Formelmaterial illustriert. Auch eng verwandte Verbindungen, wie die Methylhistidine, Imidazoläthylamin, Agmatin usw., finden Berücksichtigung.

Nachdem in den vorhergehenden Abhandlungen von der Tatsache, daß die Aminosäuren stickstoffhaltig sind, für analytische Zwecke mehrfach Gebrauch gemacht worden war, kommt in dem letzten Abschnitt ihre saure Natur hierfür zur Geltung. Dem stellt aber der amphotere Charakter dieser Verbindungen, die gleichzeitig eine basische und eine saure Gruppe besitzen, gewisse Schwierigkeiten entgegen. Durch die Verwertung der Schiffschen Reaktion gelang es *Sörensen*, der Schwierigkeiten Herr zu werden. Denn der störende Einfluß der Aminogruppe, d. h. ihre Basizität, wird durch diese Reaktion ausgeschaltet und die Carboxylgruppe der Acidimetrie zugänglich gemacht. Allerdings sind die Schwierigkeiten damit noch nicht ganz aus dem Wege geräumt; denn die Schiffsche Reaktion ist umkehrbar, und das Gleichgewicht zwischen Aminosäure und Aldehyd einerseits, Schiffscher Base und Wasser andererseits von der Konzentration der Wasserstoffionen abhängig. Werden jedoch alle Kautelen, die *Jessen-Hansen* eingehend auseinandersetzt, beobachtet, ist man gut imstande, absolute und sichere Titrationsergebnisse zu erzielen. Häufig wird jedoch die neue Willstättersche Titriermethode, da sie einfacher ist, den Vorzug verdienen.

Zusammenfassend sei bemerkt, daß der hier vorliegende Teil des Abderhaldenschen Handbuches ein durchaus brauchbares Laboratoriumsbuch darstellt. Doch leidet seine Benutzung zurzeit noch sehr unter dem Fehlen eines Sachregisters, durch das es erst voll zur Geltung kommen könnte. Daß verschiedene Fachgelehrte die Behandlung der Einzelthemen übernommen haben, dient ihm sehr zum Vorteil, wenn sich auch Wiederholungen nicht vermeiden ließen. Dem Erscheinen weiterer Lieferungen dürften die Fachgenossen mit Interesse entgegensehen. *H. Schotte, Dresden.*

Garten, S., Beiträge zur Vokallehre. Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der Sächsischen Akademie der Wissenschaften. Bd. XXXVIII. Leipzig, B. G. Teubner, 1921. 19 × 29 cm. 1. Analyse der Vokale mit dem Quinckeschen Interferenzapparat. 43 S. Mit 3 Tafeln und 3 Textfiguren. — 2. Eigentöne der Mundhöhle bei Einstellung auf verschiedene Vokale ohne Betätigung der Stimme. 26 S. Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren. — 3. Gemeinsam mit *F. Kleinknecht*. Die automatische harmonische Analyse der gesungenen Vokale. 43 S. Mit 4 Tafeln und 5 Textfiguren.

Die Arbeiten beschäftigen sich mit der Frage, welche physikalischen Vorgänge zur Erzeugung eines Vokalklanges wesentlich beitragen. Es stehen sich hier in der Hauptsache zwei Theorien gegenüber. Die Helmholtzsche Theorie läßt von den harmonischen Teiltönen des vom Stimmband gebildeten Klanges einige durch Resonanz in der Mundhöhle verstärkt werden. Diese verstärkten Teiltöne sollen es sein, welche dem Vokal sein charakteristisches Gepräge geben. Die „Formanten" des Vokals liegen also stets harmonisch zum Grundton. Nach *Hermann* sind dagegen die Formanten im allgemeinen unharmonisch zum Grundton. Sie fallen genau mit den Eigentönen der Mundhöhle zusammen und entstehen dadurch, daß durch jede Grundtonperiode des Stimmbandklanges die Luft in der Mundhöhle immer wieder von neuem in Eigenschwingungen versetzt wird (Pufftheorie).

Garten kommt in den vorliegenden Arbeiten zu dem Resultat, daß ein Teil der Wahrheit in beiden Theorien enthalten ist, daß aber weder die Helmholtzsche noch die Hermannsche Theorie das Problem restlos klärt. Freilich scheint dem Ref., daß die Anschauungen, zu denen *Garten* durch seine Versuche geführt wird, der Hermannschen Theorie doch viel näher liegen als der Helmholtzschen. Der Formant ist auch nach *Garten* im allgemeinen unharmonisch zum Grundton.

Es ist nicht möglich, in einem kurzen Referat den reichen Inhalt der drei Arbeiten auch nur in Stichworten einigermaßen vollständig anzugeben, zumal eine Fülle von Einzelbeobachtungen angestellt worden ist. Auch ist es kaum möglich, ohne eigene Versuche eine sichere Stellung zu allen von *Garten* bzw. *Garten* und *Kleinknecht* behandelten Fragen zu gewinnen. In manchen Einzelfragen ist es dem Ref. nicht gelungen, sich von der Beweiskraft der Versuche und Argumentationen wirklich zu überzeugen. Sicher aber scheint dem Ref., daß die vorliegenden Arbeiten zu den geistreichsten und besten zu zählen sind, die über die Entstehung der Vokale existieren, und daß in Zu-

kunft jeder, der sich mit Vokaltheorie beschäftigen will, die Gartenschen Arbeiten aufs gründlichste studieren muß. Möchten sich auch recht viele Physiker in das Studium der Arbeiten vertiefen. Sie werden, vielfach vielleicht mit etwas Erstaunen, feststellen können, wie zahlreiche und reizvolle Probleme die physiologische Akustik auch dem Physiker noch zu bieten hat.

In der ersten Arbeit wird nach einer sehr klaren Einleitung über die verschiedenen Methoden der Vokalanalyse der Quinckesche Interferenzapparat (in der von *Grützner* angegebenen Form) auf seine Brauchbarkeit für die Vokalanalyse geprüft. *Garten* kommt hierbei zu dem Resultat, daß die Einwände gegen die Hermannsche Vokaltheorie, welche bisher aus den Interferenzversuchen heraus erhoben worden sind, nicht stichhaltig sind.

In der zweiten Arbeit werden die Eigentöne der Mundhöhle in Vokalstellung bei Erregung mittels Funkenknall, mittels Schlitzsirene und mittels Flüstern registriert. Die so für die einzelnen Vokale gefundenen Eigentöne stimmen unter sich gut überein, liegen jedoch, namentlich beim O und U, beträchtlich höher als die Eigentöne, die beim Singen von Vokalen gefunden worden sind. Als Grund hierfür wird angegeben — und am Modell erläutert —, daß sich der Eigenton der Mundhöhle bei Verengung der Stimmritze (Singen) vertieft; ein sehr naheliegender und einleuchtender, m. W. bisher aber noch nicht beachteter Gedanke.

In der dritten, gemeinsam mit *Kleinknecht* ausgeführten Arbeit wird eine neue, geistreiche Methode zur objektiven Analyse der Vokalklänge beschrieben. Ein mit einem Gartenschen Schallschreiber verbundener, kugelförmiger Luftresonator (Gummiball), der durch einen Vokalklang erregt wird, durchläuft kontinuierlich in der Zeit von weniger als einer Sekunde einen großen Bereich von Einzelschwingungen, indem er zusammenschrumpft. Sobald der Eigenton des Resonators mit einem Partialton des Vokales zusammenfällt, zeichnet der Schallschreiber den betreffenden Ton auf. *A. Waetzmann, Breslau.*

Keilhack, K., Lehrbuch der praktischen Geologie. 4. teilweise neubearbeitete Auflage. Stuttgart, F. Enke, 1922. XI, 599 S. und 227 Abb.

Die in der Besprechung des ersten Bandes ausgeführten allgemeinen Gesichtspunkte gelten auch für den zweiten Band. Im einzelnen ist auch dieser Teil an zahlreichen Stellen verbessert und bereichert worden; die Seitenzahl ist von 524 auf 599, die Anzahl der Figuren von 196 auf 227 gestiegen. Stark vermehrt und modernisiert sind vor allem die Aufsätze von *Sieberg* (Erdbebenforschung), wo hauptsächlich die makroseismischen Methoden, ihrer ständig wachsenden Bedeutung entsprechend, ausführlicher dargestellt werden; ferner die Messung und Kartierung der Niederschläge (vom gleichen Verfasser); die Darstellung der Kriegsgeologie auf Grund neuer Beiträge; das Sammeln und Präparieren von Pflanzenresten sowie die Untersuchung von Mineralkohlen (beides durch Mitwirkung von *Gothan*); das Sammeln und Präparieren von Foraminiferen (unter Mitwirkung von Oberlehrer *A. Franke* in Dortmund). Am stärksten vermehrt und bereichert hat *E. Kaiser* (München) die Darstellung der mineralogisch-petrographischen Methoden, ein Abschnitt, in welchem zum ersten Mal die Untersuchung auf Radioaktivität (10 S.) und die Beobachtung von Mineraldünnschliffen in auffallendem Licht (auf Grund der amerikanischen, in Deutschland durch *H. Schneiderhöhn* entwickelten Methoden) Platz gefunden haben. Die Meigensche Unterscheidung von Kalkspat und Aragonit sowie die Unterscheidung von Kalkspat und Dolomit sind in diesem Abschnitt näher ausgeführt und durch neue Verfahren bereichert.

Durch Anwendung von Kleindruck konnte trotz der starken Vermehrung das Buch handlich bleiben. Mehrfache Verdeutschungen sind zu begrüßen. Auch dieser Band wird weit über die Kreise der Geologen hinaus dankbar begrüßt und verwandt werden.

H. Cloos, Breslau.

Newcomb-Engelmann, Populäre Astronomie. Herausgegeben von *H. Ludendorff* in Gemeinschaft mit den Herren *Eberhard, Freundlich* und *Kohlschütter*. Siebente Auflage. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1922. XIV, 902 S. und 240 Abbildungen.

Die siebente Auflage des vorliegenden Buches, die sich überraschenderweise schon ein Jahr nach dem Erscheinen der sechsten als notwendig erwiesen hat, ist ein im wesentlichen unveränderter Abdruck der letzten Auflage. Immerhin enthält sie zahlreiche kleinere Veränderungen und Verbesserungen, und alle Tabellen und sonstigen Zahlenangaben sind dem neuesten Stande der Kenntnis angepaßt. In einem Nachtrage sind die Fortschritte der Wissenschaft während des letzten Jahres eingehend berücksichtigt worden; zu diesem Nachtrage hat Herr Prof. *Hagen* S. J., Direktor der Vatikanischen Sternwarte in Rom, eine Darlegung seiner Beobachtungsergebnisse über die dunklen Nebel beigesteuert. *Vorwort.*

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über den Einfluß der Erdrotation auf die tektonischen Bewegungen der Erdkruste.

In Heft 6 dieses Jahrgangs der „Naturwissenschaften" weist *O. Baschin*, anknüpfend an die auf die „Polflucht der Kontinente" sich beziehenden Darlegungen *A. Wegeners* und *W. Köppens*, darauf hin, daß in horizontaler Richtung wirkende verschiebende Kräfte in der Erdkruste auch dann auftreten, wenn Erdschollen sich heben oder senken, da jede Hebung und Senkung die Schollen in andere Regionen bringt, die eine größere oder geringere Rotationsgeschwindigkeit besitzen als diejenige war, welche sie vorher hatten. Diese Angabe ist zwar richtig; eine rechnerische Nachprüfung läßt aber erkennen, daß ebenso wie die aus der verschiedenen Höhenlage der Schollen resultierenden, die Polflucht veranlassenden, auch die durch vertikale Dislokationen ausgelösten, in westöstlicher Richtung wirkenden Verschiebungsdrucke zu schwach sind, um die vermuteten Wirkungen zu erzielen.

Eine quadratische Scholle habe die Kante a und die lineare Rotationsgeschwindigkeit v_0. Hebt sie sich um die Strecke h, so ist, wenn r den Erdradius bedeutet, ihre Geschwindigkeit gemäß dem Flächensatze gleich $v_0 r : (r+h)$. Die der neuen Lage entsprechende Rotationsgeschwindigkeit ist $v_0 (r+h) : r$. Durch Subtraktion der beiden Werte ergibt sich die Geschwindigkeit v, mit welcher die Scholle in ihrer neuen Lage, falls keine Reibungswiderstände zu überwinden wären, hinter den benachbarten Massen zurückbleiben würde. In erster Näherung ist $v = 2 h v_0 : r$. Es möge angenommen werden, daß die gesamte kinetische Energie, die der Scholle infolge ihrer relativen horizontalen Bewegung anhaftet, sich weder in Reibungs-, noch Zertrümmerungs-, sondern ganz in Hebungsarbeit verwandelt, die

geleistet werden muß, um längs einer Schollenkante auf einem Streifen von der Breite b eine im Querschnitt dreieckige Gebirgskette von der Höhe h' aufzutürmen. Dann ist, wenn m die Masse der Scholle, m' die des Gebirges und g die Beschleunigung durch die Schwere bezeichnet,

$$^1/_2\, m\, v^2 = {}^1/_3\, m'\, g\, h'.$$

Ist d die Dicke der Scholle, δ ihre Dichte, also $m = a^2\, d\, \delta$ und $m' = {}^1/_2\, a\, b\, h'\, \delta$, so folgt hieraus:

$$h' = \frac{2\, v_0\, h}{r} \sqrt{\frac{3\, a\, d}{b\, g}}.$$

v_0 ist gleich dem Produkt aus der äquatorialen Rotationsgeschwindigkeit, die 464 m/sec beträgt, und dem Cosinus der geographischen Breite α der Scholle. Die Schollendicke d soll zu 100 km angenommen werden. Setzt man alle bekannten Werte ein, so erhält man:

$$h' = \frac{h \cos \alpha}{40} \sqrt{\frac{a}{b}}.$$

Ist zum Beispiel $a = 10\,000$ km und $b = 10$ km, so wird $h' = 0{,}8\, h \cos \alpha$, d. h. wenn eine Scholle von der doppelten Größe Asiens sich um $h = 1$ km höbe, so würden die durch die Hebung ausgelösten wagerechten Verschiebungskräfte längs einer Schollenkante auf 10 km breiter Basis ein Gebirge von höchstens 800 m Höhe aufwerfen können; ein 100 km breites Gebirge würde nur 250 m hoch werden. Die Faltengebirge der Erde sind aber ganz unverhältnismäßig ausgedehnter und massiger. Hieraus kann geschlossen werden, daß die von *Boschin* herangezogenen Verschiebungskräfte bei der Entstehung der Gebirge nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Viel wahrscheinlicher ist die Annahme, daß die Kräfte, welche die Erdschollen in senkrechter Richtung in Bewegung setzen, sie gleichzeitig auch zusammenfalten oder zerstückeln.

Bremen, den 13. Februar 1923. *Fr. Nölke.*

Deutsche Meteorologische Gesellschaft.
(Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung vom 16. Januar 1923 gedachte der Vorsitzende zunächst mit ehrenden Worten des am 7. Januar verstorbenen Mitgliedes, des Wissenschaftlichen Hilfsarbeiters beim Meteorologischen Institut Berlin, Dr. *E. Barkow*. In Fachkreisen war dieser durch Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten der Meteorologie, besonders über die Turbulenz der Atmosphäre, bekannt geworden. An der letzten großen deutschen Expedition in die Antarktis 1911/12 nahm er als Meteorologe teil. Die reichhaltigen Ergebnisse seiner Arbeiten, die er dort unter Anwendung der neuesten Methoden gewann, konnte der Verstorbene noch kurz vor seinem Tode im Manuskript abschließen.

Nach Erledigung von geschäftlichen Angelegenheiten sprach Herr Prof. Dr. *E. Werth*, Regierungsrat an der Biologischen Reichsanstalt, über das Thema: **Der phänologische Reichsdienst.**

Seitdem man in Deutschland einen Pflanzenschutzdienst organisiert hatte, war man stets bestrebt gewesen, die Beziehungen aufzudecken, die zwischen dem Auftreten von Pflanzenseuchen und den Witterungsverhältnissen in vielen Fällen sicher bestehen. Man kam bei diesen Forschungen zunächst aber nicht über die ersten Anfänge hinaus. Die Ergebnisse waren so allgemeiner Natur, daß sie nicht befriedigen konnten. Man schrieb teilweise der Witterung sogar nur einen sekundären Einfluß bei einer Seuche zu und glaubte an eine Periodizität in ihrem Auftreten, die man mit entwicklungsgeschichtlichen Ursachen erklärte. Aber trotzdem wurde immer wieder die Forderung erhoben, Gang, Intensität und Verbreitung einer Pflanzenseuche mit den meteorologischen Beobachtungen in Vergleich zu setzen. Von der Biologischen Reichsanstalt wurde auch an das Internationale Landwirtschaftliche Institut in Rom mit entsprechenden Anregungen herangetreten, worauf dieses schließlich ein Zusammenarbeiten der Phytopathologie mit der Meteorologie in sein Programm aufnahm. Der Krieg bereitete dieser internationalen Zusammenarbeit ein rasches Ende. Die Arbeit in Deutschland stockte deswegen doch nicht, sondern wurde durch die Gründung eines Meteorologisch-phänologischen Laboratoriums in der Biologischen Reichsanstalt sehr gefördert. Die Aufgabe dieser zentralen Stelle besteht darin, das Auftreten der Pflanzenkrankheiten mit Bezug auf die Witterungsfaktoren zu studieren, um so die Unterlagen für eine erfolgreiche Schädlingsbekämpfung zu gewinnen.

Der Vortragende konnte eine Reihe schon bekannter Beziehungen anführen und die Schädigungen selbst durch Vorlage von Präparaten erläutern. Genauere Festlegung der Zusammenhänge muß weiterer Forschung vorbehalten bleiben. So wird die Feststellung noch unbekannter Zwischenwirtspflanzen durch die Phänologie möglich sein. Daneben ist der Entwicklung der Unkräuter besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Da sie die Ertragsfähigkeit der Kulturpflanzen stark beeinträchtigen, müssen auch diese in den Beobachtungskreis der Phänologie gezogen werden. Wichtige Vorarbeiten liegen hierin schon vor, z. B. von *Hiltner* über die Phänologie des Winterroggens, ferner von *Ihne*, dessen Karte der Frühdruschbezirke erwähnt wurde, und neuerdings von *Schrepfer*, der die Blüte- und Erntezeit des Winterroggens in Deutschland in einer phänologischen Karte dargestellt hat.

Neben dem Studium der mittleren Zustände muß die Bearbeitung der Anomalien der einzelnen Jahrgänge einhergehen. Die Jahre 1921 und 1922 wurden als Beispiele sehr ausgeprägter Gegensätze angeführt. 1921 brachte eine Verfrühung der Roggenernte um eine Woche, doch war dieser Durchschnitt nicht gleichmäßig verteilt, sondern schwankte zwischen 4 und 12 Tagen. 1922 erlitt die Roggenernte eine wesentliche Verspätung. Da die Phänologie der Kulturpflanzen natürlich die Unterscheidung der verschiedenen Sorten fordert, wird man die für die verschiedenen klimatischen und Bodenverhältnisse sich als widerstandsfähig und ertragreich erweisenden Sorten herausfinden.

Zunächst ist es nur möglich, einige typische Vertreter der Schädlinge zu beobachten, aber auch schon so werden wahrscheinlich bisher noch unbekannt gebliebene Phasen im Leben eines Schädigers aufgedeckt, wodurch man Anhaltspunkte zur wirksamen Bekämpfung der Seuche gewinnt. Auch die geologische Bodenbeschaffenheit ist sicher an dem Auftreten der Pflanzenkrankheiten stark beteiligt, und ihre Einflüsse sind näher zu untersuchen.

Um diese Bestrebungen des Pflanzenschutzes mit ihrer so großen praktischen Bedeutung systematisch fördern zu können, fordert der Vortragende die Schaffung eines phänologischen Reichsdienstes. Als Grundlage könnten bereits bestehende Netze dienen, z. B. das Ihnesche Netz, das für Norddeutschland durch Heranziehung des Netzes des Preußischen Meteorologischen Instituts verdichtet werden könnte, ferner die phänologischen Dienste in Bayern, Württemberg, Sachsen und Mecklen-

burg. Die Biologische Reichsanstalt hat mittlerweile von sich aus versucht, durch Versendung von Fragebogen an naturwissenschaftlich interessierte Kreise neues Material zu erlangen. Diese Fragebogen fordern die Beobachtung einer Auswahl von charakteristischen Arten aus Tier- und Pflanzenwelt und des Auftretens von tierischen und pflanzlichen Schädlingen.

Knoch.

Astronomische Mitteilungen.

Ein Stern von außergewöhnlich großer Masse ist von *J. S. Plaskett* (Monthly Notices R. A. S. 82, 447) auf dem astrophysikalischen Observatorium Victoria, British Columbia, gefunden worden. Es ist der Stern B. D. $+6°1309$ ($\alpha = 6^h\,32^m{,}0$; $\delta = +6°13'$, 1900,0), dessen visuelle Helligkeit $6^m{,}06$ beträgt. Er gehört zur Klasse der Wolf-Rayet Sterne, Spektraltypus Oe bis Oe 5, und ist ein spektroskopischer Doppelstern, in dessen Spektrum die Linien beider Komponenten sichtbar sind. H_β, H_γ H_δ sind als Emissionsbänder von etwa 25 Å Breite mit schwacher zentraler Absorption vorhanden, auch die Linien des ionisierten Heliums sind als Emissionslinien sichtbar, doch ist der allgemeine Charakter des Spektrums ohne Zweifel ein Absorptionsspektrum. *H* und *K* des Calciums sind als kräftige, scharfe Linien ausgebildet und nehmen an der periodischen Verschiebung der übrigen Linien nicht teil, wie das häufiger bei spektroskopischen Doppelsternen früher Spektraltypen der Fall ist.

Plaskett findet folgende Bahnelemente: Umlaufszeit 14,41 Tage, Exzentrizität 0,035, Abstand des Periastrons vom aufsteigenden Knoten 182°, halbe Amplitude der Schwankung der Radialgeschwindigkeit für die hellere Komponente 206,4 km, für die schwächere Komponente 246,7 km, Schwerpunktsgeschwindigkeit $+23{,}9$ km/sek. Aus diesen Elementen folgt weiter für die Projektion der Summe der großen Halbachsen $(a_1 + a_2)\sin i = 129$ Sonnenradien und für die Massen $m_1 \sin^3 i = 75{,}6$, $m_2 \sin^3 i = 63{,}3$ Sonnenmassen.

Als wahrscheinlichsten Wert der Dichte nimmt *Plaskett* 0,01 Sonnendichte und als Oberflächenhelligkeit eines Oe-Sternes $-4^m{,}0$ relativ zur Sonne an. Dann folgt für die absolute Helligkeit der helleren Komponente $-5^m{,}65$ und daraus die Parallaxe $0{,}''00035$ entsprechend einer Entfernung von etwa 10 000 Lichtjahren. Der Durchmesser der helleren Komponente wird 20 mal, derjenige der schwächeren 18 mal so groß als der Sonnendurchmesser, während ihr Abstand voneinander 65 Sonnendurchmesser ist. Da bei dem System kein Lichtwechsel beobachtet wird, folgt aus diesen Dimensionen, daß die Neigung der Bahnebene nicht größer als 73° sein kann, womit als Minimalwerte der Massen folgen $m_1 = 86{,}4\,\odot$ und $m_2 = 72{,}3\,\odot$. Die bisher bekannten Sterne größerer Masse sind V Puppis, ein Bedeckungsveränderlicher, mit $m_1 + m_2 = 33\,\odot$ und 29 Canis majoris, ein Oe-Stern, mit der Massenfunktion $\frac{m_2^3 \sin^3 i}{(m_1+m_2)^2} = 4{,}58\,\odot$, woraus unter der Annahme $m_1 = m_2$ die Minimalwerte $m \sin^3 i = 18{,}2\,\odot$ folgen. Auch für andere spektroskopische Doppelsterne des Typus Oe hat man große Werte der Massenfunktion gefunden, und die enge Beziehung, welche zwischen den Wolf-Rayet Sternen und den planetarischen Nebeln besteht, deren Massen nach *Campbell* und *Moore* auch ungewöhnlich große Werte erreichen — für N. G. C. 7009 hat man $162\,\odot$ gefunden —, läßt den für B D $+6°1309$ gefundenen Wert nicht unwahrscheinlich erscheinen.

Die Auffindung eines Sternes von so großer Masse ist aber insofern bemerkenswert, als nach *Eddingtons* Theorie über den Aufbau der Sterne Himmelskörper von so großer Masse instabil werden und zerfallen. Wir haben es hier ohne Zweifel mit einer bemerkenswerten Ausnahme zu tun, und es bleibt abzuwarten, ob die weitere Forschung noch andere Sterne mit ähnlich großer Masse finden lassen wird.

Die Calciumlinien *H* und *K* nehmen, wie oben schon erwähnt, an der periodischen Verschiebung der übrigen Linien nicht teil und ergeben die konstante Radialgeschwindigkeit $+16{,}0$ km/sek., während die Systemgeschwindigkeit $+23{,}9$ km/sek. beträgt. Die Differenz von $+8$ km/sek. liegt dem Vorzeichen nach im Sinne der von *Einstein* geforderten Rotverschiebung, aber diese dürfte nach den angeführten Werten für Masse und Dichte nur $+2{,}8$ km/sek. sein. Wollte man den ganzen Betrag von $+8$ km/sek. als Gravitationswirkung erklären, so müßte man dem System die unzulässig hohe Dichte von 0,4 anstatt 0,01 Sonnendichte beilegen.

Die Nachforschung nach kugelförmigen Sternhaufen auf amerikanischen Sternwarten hat die Zahl dieser Gebilde, die von *Shapley* bei seinen bekannten Untersuchungen auf 86 angegeben wurde, inzwischen auf 95 erhöht (Harvard Bulletin 776). Von besonderem Interesse ist es, daß *Lampland* auf dem Lowellobservatorium einen schwachen Kugelhaufen im Sternbilde des Luchs fand, weit ab von der Mehrzahl der übrigen Kugelhaufen. Dieser neue Kugelhaufen, N. G. C. 2419, hat einen scheinbaren Durchmesser von weniger als 2′ und damit ergibt sich nach der von *Shapley* gefundenen Relation zwischen Entfernung und Durchmesser ein Abstand von 50 000 Parsecs oder 165 000 Lichtjahren. Da dieser neue Haufen auf der entgegengesetzten Seite des Himmels liegt als die Mehrzahl der übrigen, wird durch ihn die Ausdehnung des Milchstraßensystems, wenn es durch das System der kugelförmigen Sternhaufen bestimmt wird, erheblich erweitert. Die Entfernung dieses neuen Haufens von einem anderen, der ihm am Himmel nahe gegenüber liegt, beträgt etwa 350 000 Lichtjahre, während *Shapley* in seinen früheren Untersuchungen als Durchmesser des Milchstraßensystems etwa 220 000 Lichtjahre fand. *Otto Kohl.*

Das neue 50-Fuß-Interferometer des Mt.-Wilson-Observatoriums. Die große Bedeutung, welche die neue Interferenzmethode zur Messung von scheinbaren Durchmessern der Fixsterne hat, ist in dieser Zeitschrift *9*, 599—608, 1921, von Dr. *v. d. Pahlen* eingehend gewürdigt worden. Kennt man nämlich aus Messungen der Parallaxe die Entfernung des betreffenden Sternes, so folgt aus dem scheinbaren oder Winkeldurchmesser sofort der wahre Sterndurchmesser. Diese Größe ist für die neueren Forschungen über den Zusammenhang von Größe, Dichte und Spektraltypus von Bedeutung und erlaubt somit wichtige Schlußfolgerungen für die Entwicklungsgeschichte der Sterne.

Die Methode beruht im wesentlichen darauf, daß von jedem Punkt des Sterns auf die Erde ein Bündel paralleles Licht gesandt wird. Von der ebenen Wellenfront dieses Bündels werden zwei kleine Stücke ausgesondert und mit Hilfe von Spiegeln und Linsen zur Deckung gebracht. Es entsteht dann ein Bildchen, welches von Interferenzstreifen durchzogen ist. Hat der Stern von der Erde aus gesehen einen endlichen Winkeldurchmesser, so überlagern sich die Interferenzbilder, welche von den verschiedenen Punkten der Sternoberfläche herrühren. Bei einem bestimmten Abstand der aus der Wellenfront ausgeschnittenen Stücke

fallen die Interferenzsysteme so aufeinander, daß gleichmäßige Helligkeit besteht. Es gilt nun zwischen dem so bestimmten Basisabstand D, der effektiven Wellenlänge λ und dem scheinbaren Sterndurchmesser α die einfache Beziehung: $D = 1{,}22\,\lambda/\alpha$.

Hieraus ersieht man sofort, daß es zur Messung der kleinen Größe α vor allem auf genügend großen Basisabstand D ankommt. Während die ersten erfolgreichen Versuche von *Michelson* und *Pease* auf dem Mt. Wilson mit einem Konkavspiegel von 250 cm Durchmesser und davorgesetztem Spiegelsystem von 7 m (20 Fuß) Abstand gemacht wurden, ist man jetzt dazu übergegangen, dort ein Rieseninstrument dieser Art zu bauen. Hierüber berichtet der Direktor des Mt-Wilson-Observatoriums *Hale* im Oktoberheft der „Nature" folgendes: Ein Steinpfeiler wird eine massive Stundenachse tragen, an welcher nahe dem Erdboden ein Konkavspiegel von 88 cm (36 inches) sich befindet. Die Stundenachse ist nur um 1½ Stunden nach Ost und West drehbar. Die Beobachtungen können also nur an den Sternen ausgeführt werden, die gerade den Meridian passieren. Die Deklination ist vom Pol bis 30° südlich einstellbar. An der Achse ist nun ein großes, durch Streben versteiftes Gerüst befestigt, welches eine 18 m (54 Fuß) lange Schiene trägt, an deren Enden zwei Planspiegel von 37,5 cm (15 inches) unter 45° gegen die Schiene geneigt befestigt sind und durch lange Schrauben auf derselben bewegt werden können. Sie entnehmen aus der Wellenfront die zwei Stücke, werfen deren Licht parallel der Schiene auf zwei gleichartige Spiegel, die es dann dem Konkavspiegel zusenden. Dieser bringt die beiden Strahlen in seinem Focus (5 m = 15 Fuß) zur Deckung. An der Schiene ist der Beobachtungsplatz befestigt, von wo aus die ersten Spiegel so verstellt werden können, daß das Interferenzbild gerade verschwindet. Die Entfernung der Spiegel ist dann die gesuchte Distanz D.

Der ganze Apparat wird in einem Haus montiert, dessen Dach für die Beobachtung zur Seite gefahren werden kann. Dieses ungeheure Instrument ist auf dem Mt. Wilson bereits im Bau, und man darf seiner Fertigstellung und den damit zu erzielenden Ergebnissen mit größten Erwartungen entgegensehen. Denn mit dem bisherigen kleineren Instrument gelang es bisher nur vier Sterne, Beteigeuse, Arctur, Aldebaran und Antares auszumessen, während dem neuen Apparat etwa 30 Sterne, die größer als 4. Ordnung sind, zugänglich sein werden. *F. Stumpf.*

Untersuchungen über die Bewegung in Spiralnebeln. In derselben Weise wie früher[1]) hat *A. van Maanen* zwei weitere Spiralnebel auf ihre innere Bewegung untersucht[2]) und bei beiden wieder festgestellt, daß die Materie sich mit großer Wahrscheinlichkeit längs der Spiralarme nach außen bewegt. Bei dem Spiralnebel N. G. C. 2403 ist die Ausströmungsgeschwindigkeit im Innern des Nebels erheblich kleiner als in den äußeren Teilen; der jährliche Betrag der Geschwindigkeit steigt von 15 auf 40 tausendstel Bogensekunden nach außen hin an. Bei dem zweiten Nebel N. G. C. 4736 (= Messier 94) ist diese Erscheinung weit weniger ausgesprochen.

Die beobachteten Bewegungen sprechen wiederum dafür, daß die Spiralnebel dem engeren Bereich unseres Milchstraßensystems angehören und nicht diesem gleichgeordnete Systeme sind. Setzt man die beobachteten absoluten Strombewegungen der Größenordnung nach den spektrographisch gemessenen inneren Bewegungen gleich, so erhält man für die Spiralnebel Parallaxen von wenigen zehntausendstel Bogensekunden und Durchmesser von 10 bis 300 Lichtjahren. Zu ähnlichen Werten haben theoretische Untersuchungen von *Jeans* sowie auch die Annahme geführt, daß die Eigenbewegungen der Spiralnebel an der Sphäre von derselben Größe wie die beobachteten Radialbewegungen sind. *A. Kopff.*

[1]) Vgl. Die Naturwissenschaften 10. Jahrg., S. 820. 1922.

[2]) Astrophys. Journal Vol. *56*, S. 200 u. 208, 1922, sowie Mount Wilson Contributions Nr. 242 u. 243.

Japanausschuß der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft.

Ergänzung zu den Richtlinien vom 28. November 1922.

Die Erfahrungen, die bei der ersten Ausschüttung von Mitteln aus der Stiftung des Herrn *Hajime Hoshi* gemacht worden sind, geben Anlaß, die Richtlinien durch folgende Punkte zu ergänzen.

1. Es ist vorgekommen, daß an den Japanausschuß Anträge gestellt worden sind, die nicht erkennen ließen, ob die Aufgabe, um die es sich handelt, und die Ausgaben, die zu ihrer Erfüllung beabsichtigt sind, mit denen übereinstimmen, für die bereits an das Präsidium der Notgemeinschaft ein Antrag gerichtet worden ist. Zur Vermeidung von Doppelbewilligungen und ähnlichen Fehlgriffen muß der Japanausschuß sich fortan auf die Behandlung solcher Anträge beschränken, in welchen ausdrücklich gesagt ist, ob und welche anderen Anträge der Antragsteller im Laufe der letzten 12 Monate an die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft oder an den Japanausschuß gerichtet hat, welcher Bescheid darauf erfolgt ist und welche sachliche Beziehung zwischen dem älteren Antrag und dem neuen Antrag besteht.

2. Weder das Präsidium der Notgemeinschaft noch der Japanausschuß verfügen über die Kräfte für das nutzlose Schreibwerk, welches dadurch entsteht, daß die Antragsteller der Ziffer 6 der Richtlinien des Japanausschusses vom 28. November 1922 nicht entsprechen. Jeder Antrag wird fortan zurückgestellt, wenn er nicht die folgenden Angaben enthält:

a) Soll die ganze Summe oder ein bestimmter Teil derselben alsbald überwiesen werden?

b) Auf welches Bank- oder Postscheckkonto soll die Summe überwiesen werden?

Dasselbe gilt sinngemäß beim Abruf von Beträgen, die auf Wunsch des Antragstellers auf Abruf bereitgehalten werden. Auf Abrufe, die bis zum 8. eines jeden Monats eingehen, werden die Beträge im allgemeinen am 15., auf solche, die bis zum 22. eingehen, am Letzten des Monats zur Auszahlung gelangen.

Während der akademischen Ferien können einzelne Zahltage ausfallen. Wer gegen mögliche Verzögerung in der Erledigung des Abrufes während der akademischen Ferien gesichert sein will, möge vor den Ferien abrufen.

3. Bei aller Freiheit, die der Japanausschuß den Empfängern der Zuwendungen läßt, kann er es nicht für richtig ansehen, daß Gegenstände von bleibendem erheblichen Werte (teure Apparate, Platin usw.) in das private Eigentum des Forschers übergehen, dem die Bewilligung zuteil wird. Der Japanausschuß behält vielmehr der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft das Eigentum an diesen wertvollen Forschungshilfsmitteln vor und knüpft an die Bewilligung die Verpflichtung, der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft eine genaue Kennzeichnung der betreffenden Stücke zuzusenden und nach beendeter Be-

nutzung für die durch die Bewilligung unterstützte Forschungsaufgabe diese dauernd wertvollen Objekte zur Verfügung der Notgemeinschaft zu halten. Auch ist Vorsorge zu treffen, daß sie beim Ableben des Benutzers als Eigentum der Notgemeinschaft von seinem Privatbesitz und von dem Institutseigentum ohne weiteres unterschieden werden können. Der Ausschuß wünscht eine bürokratische Auslegung dieser Bestimmung vermieden zu sehen. Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft soll nicht dadurch in die Lage versetzt werden, über eine Vielheit kleiner Geräte zu verfügen, die sie nicht auseinander suchen lassen und neu verteilen kann, sondern sie will lediglich einzelne besonders hochwertige Objekte festhalten, um sie nach erledigtem Gebrauch durch den Fachgenossen, dem sie bewilligt worden sind, anderen Fachgenossen für weitere Benutzung zu übergeben.

4. Der Ausschuß ersucht auf das dringlichste, die Bemühungen der Notgemeinschaft zur verbilligten Beschaffung von Apparaten auszunutzen. Er wird diejenigen Anträge bei der Bewilligung bevorzugen, die die Zusage enthalten, daß der Antragsteller im Falle der Bewilligung wegen verbilligter Beschaffung von Apparaten und Material mit dem Präsidium der Notgemeinschaft in Verbindung treten wird. In Fällen, in denen diese Zusage nach Lage der Sache nicht in Betracht kommt, etwa weil die Hilfsmittel von dem Antragsteller selbst angefertigt werden, oder weil eine zufällig günstige Erwerbsgelegenheit ausgenutzt werden soll, oder in anderen Spezialfällen, wird der Ausschuß eine Erklärung des Sachverhaltes statt der erwähnten Zusage annehmen.

Berlin-Dahlem, den 26. Februar 1923.

Für den Japanausschuß der Notgemeinschaft
F. Haber. *O. Hahn.*

Satzungen des Ausschusses zur Förderung des wissenschaftlich-medizinischen Nachwuchses.

(Hilfsausschuß der Rockefeller-Foundation.)

1. Grundsätzliche Bestimmungen.

a) Der Zweck der Beihilfen ist die Ausbildung und Förderung der neuen Generation auf dem Gebiete der Medizin und ihrer Nachbarwissenschaften.

b) Vorbedingung ist, daß die gewöhnliche Unterhaltung der Institute und Einzelpersonen nicht im Hinblick auf die im folgenden vorgesehenen Zuwendungen eingeschränkt werden darf. Auch darf die von der *Rockefeller-Foundation* geleistete Hilfe nicht in irgendeiner Weise zum Ersatz der finanziellen Unterstützung verwendet werden, die bisher von den Universitätsbehörden, einer Staatsregierung, dem Deutschen Reiche oder einer anderen hierzu verpflichteten Stelle bewilligt war.

c) Alle Beihilfen sind auf die Dauer eines Jahres beschränkt. Der Ausschuß hat indessen das Recht zur Wiedererneuerung. Anträge auf Verlängerung um ein weiteres Jahr müssen spätestens am 31. Mai dem Ausschuß vorliegen, sie sind mit kurzen Angaben über den Stand der Arbeiten, ihre geplante Fortsetzung und die voraussichtlichen Ergebnisse, ferner über solche Verhältnisse zu begleiten, die sich seit dem ersten Antrage geändert haben. Gegebenenfalls können mehrmals Verlängerungen bewilligt werden. Wechsel in Arbeitsstätte, Stellung und Arbeitsplan sind dem Ausschuß rechtzeitig vorher zu melden und bedürfen seiner Zustimmung, falls die Beihilfen ganz oder teilweise unter den veränderten Umständen weiter beansprucht werden.

d) Alle Bewilligungen, sowohl die für persönlichen Lebensunterhalt als auch die für Sachbeschaffungen sind von der deutschen Regierung als steuerfrei zu erklären.

Der Herr Reichsminister der Finanzen hat zugesagt, das Nötige zu veranlassen.

e) Empfänger von Fortbildungs- und Forschungsbeihilfen dürfen nicht zur Erledigung laufender Tagesarbeiten verwendet werden, sofern das nicht für ihre Ausbildung und Forschung unentbehrlich erscheint, oder zur Ersparnis von Assistenten, Professoren oder technischem Personal dienen, die für Lehre oder Forschung notwendig sind.

2. Umfang der Ausbildungs- und Fortbildungsbeihilfen.

Die Beihilfen sind auf folgende Gebiete der medizinischen Forschung und Lehre beschränkt:

I. Anatomie, Histologie, Embryologie und Biologie,
II. Physiologie, Physiologische Chemie, Pharmakologie, Chemie, Physik,
III. Pathologie, Bakteriologie, Immunologie, Hygiene,
IV. Klinische Medizin in ihrer Laboratoriumsarbeit.

Rein klinische Fortbildung und Forschung fallen als solche nicht in das Arbeitsgebiet des Ausschusses. Dagegen können wissenschaftliche Kräfte, die in den Laboratorien von Kliniken, Polikliniken, Krankenanstalten tätig sind, Beihilfen erhalten, sofern sie sich vornehmlich mit theoretischen Aufgaben chemischen, physikalischen, physiologischen, pathologischen Inhalts beschäftigen. Physik, Chemie und Biologie sollen nur insofern in Betracht kommen, als sie in Beziehung zur Medizin stehen.

3. Art der Beihilfen.

a) *Fortbildungsbeihilfen* werden jungen wissenschaftlichen Kräften zuteil, die noch nicht in der Lage sind, selbständige Arbeiten vorzulegen, aber nach dem Zeugnis akademischer Lehrer oder angesehener Forscher, unter deren Leitung sie gearbeitet haben, im Interesse der akademischen Lehre und Forschung auf dem Arbeitsgebiet des Ausschusses Förderung ihrer wissenschaftlichen Entwicklung verdienen. Die Bewerbung um solche Fortbildungsprämien muß demgemäß auf geeignete Zeugnisse gegründet werden, sofern nicht der Antrag, was in erster Linie zu empfehlen ist, unmittelbar durch den maßgeblichen akademischen Lehrer oder Forscher an den Ausschuß gestellt wird.

b) *Forschungsbeihilfen* werden auf Grund eingereichter wissenschaftlicher Publikationen an Bewerber bewilligt, die ihrem Lebensalter nach zum wissenschaftlichen Nachwuchs zählen, ohne bereits eine etatsmäßige Professur oder eine gleichgeordnete wissenschaftliche Stellung zu bekleiden. Die Bewerbung wird im allgemeinen von dem Bewerber selbst an den Ausschuß zu richten sein, sofern nicht im Antrag mitgeteilte Gründe die Vorlegung durch Dritte zweckmäßig erscheinen lassen. Zeugnisse zur Unterstützung der Bewerbung sind willkommen.

Jeder Antrag auf Gewährung einer Fortbildungs- oder Forschungsbeihilfe muß das Arbeitsziel und die Persönlichkeit des Bewerbers derart kennzeichnen, daß sich der Ausschuß ein Bild von den Aussichten machen kann, die sich an die Gewährung der Beihilfe knüpfen lassen. Auch muß aus dem Antrag hervorgehen, ob nur Mittel zur Deckung von Sachausgaben nötig sind oder

ob solche auch für die persönliche Lebensführung nachgesucht werden.

c) *Mittel zur Lebensführung.* Der Ausschuß bemißt die Mittel für die Lebensführung nach dem Grundsatz, daß der Empfänger einer Fortbildungsbeihilfe im Höchstfall mit einem planmäßigen Assistenten an einer deutschen Hochschule, der Empfänger einer Forschungsbeihilfe im Höchstfall mit einem beamteten Hochschullehrer des gleichen Lebensalters hinsichtlich seiner Besoldung gleichgestellt werden soll. Angaben darüber, welchen Bruchteil der Bewerber von der Vergütung oder Besoldung eines gleichaltrigen planmäßigen Assistenten oder beamteten Professors etwa bereits aus anderer Quelle bezieht, sind deshalb in den Fällen, in denen Mittel für die Lebensführung beantragt werden, notwendig, oder, wenn diese Mitteilung im einzelnen Falle untunlich erscheinen sollte, einem Angehörigen des Ausschusses vertraulich zur Kenntnis zu bringen.

Diesen Grundsätzen entsprechend ist der Antrag, soweit er den Lebensunterhalt des Bewerbers betrifft, in keinem Falle auf Gewährung eines bezifferten Betrages, sondern auf Bewilligung der vollen oder prozentualen Bezüge eines gleichaltrigen Assistenten oder Professors zu stellen.

d) *Mittel für Sachausgaben.* Geplante Sachausgaben sind im Antrage nur in Umrissen zu kennzeichnen. Es ist aber zu erläutern, in welchem Betrage oder ob gar keine Mittel aus anderen Quellen für die beabsichtigte Forschung zu Gebote stehen. Einzelangaben können im allgemeinen entbehrt werden. Nur wenn die Anschaffung hochwertiger Apparate oder anderer kostbarer Forschungsmittel beabsichtigt ist, bedarf es der Einzelaufführung, einerseits zur Begründung der entsprechenden höheren Gesamtanforderung, anderseits weil der Ausschuß sich ganz allgemein vorbehält, über das Eigentum an beschafften Gegenständen nach beendeter Benutzung durch den Empfänger der Beihilfe Bestimmung zu treffen.

Bei allen Sachausgaben ist auf sparsame Verwendung der Beihilfen sorgfältig Bedacht zu nehmen. Die von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft geschaffene Einrichtung zum verbilligten Bezuge von Gegenständen des Forschungsbedarfes ist möglichst weitgehend zu benutzen.

Die Verwendung der Beihilfen zur Deckung allgemeiner Unkosten der Institute oder zur Entlastung der öffentlichen Stellen, die die Institute im arbeitsfähigen Zustande erhalten, ist unzulässig. In Zweifelsfällen ist nach Ziffer 5a zu verfahren.

Soweit die Beihilfen für Sachausgaben gewünscht werden, sind sie in amerikanischen Dollars zu beantragen.

e) *Leistung des Empfängers.* Wer in irgendeiner Form vom Ausschuß eine Beihilfe empfängt, übernimmt die Verpflichtung, dem Ausschuß je drei Sonderabdrucke der Arbeiten zu übersenden, die er mit Hilfe der ihm bewilligten Mittel durchgeführt hat. Es bleibt jedem Empfänger überlassen, seinem Danke für die erhaltene Förderung nach seinem eigenen inneren Bedürfnis angemessenen Ausdruck zu geben.

Sofern sich bei der wissenschaftlichen Arbeit ein nutzbar zu verwertendes Verfahren ergibt, verbleibt dieses uneingeschränkt Eigentum des Finders. Der Ausschuß erwartet indessen, daß der Unterstützte aus den ersten Gewinnen die erhaltene Summe — nach ihrer Kaufkraft und nicht nach ihrem Nennwert — zur weiteren Verwendung im Sinne dieser Richtlinien wiedererstattet.

Die Empfänger verpflichten sich durch ihre Unterschrift zu sorgfältiger Innehaltung der in diesen Satzungen gegebenen Vorschriften.

Der Ausschuß verlangt im allgemeinen keine Rechnungslegung. Er erwartet jedoch, daß die Empfänger die Belege über die zu Sachausgaben verwendeten Mittel aufbewahren, damit eine Übersicht über die verausgabten Summen möglich ist.

f) *Anträge zur Weiterleitung.* Außer den im vorstehenden gekennzeichneten Anträgen nimmt der Ausschuß entgegen:

α) Anträge auf Beihilfen für Reichsdeutsche zur Verwendung im Ausland,

β) Anträge auf Gewährung von Mitteln an Reichsausländer für Arbeiten in Deutschland,

γ) Anträge auf Bewilligung besonders großer oder für mehrere Jahre gewährleisteter Summen, die nicht den allgemeinen Bestimmungen über die Beihilfen entsprechen.

Die Anträge zu γ erfahren Berücksichtigung besonders dann, wenn sie in ausreichender Weise durch das Bedürfnis eines neuen zukunftsreichen Zweiges des vom Ausschuß bearbeiteten Gesamtgebietes begründet sind. Derartige Anträge zu α bis γ leitet der Ausschuß, falls er sie nach ihrer Begründung zu befürworten in der Lage ist, an die zuständige Stelle weiter.

4. *Auswahl der Empfänger von Fortbildungs- und Forschungsbeihilfen.*

a) Ausbildungs- und Forschungsbeihilfen werden von einem Ausschuß von sechs Gelehrten bewilligt. Das eine Mitglied, der Vorsitzende, ist der Vertreter der *Rockefeller-Foundation*, ferner soll mit beratender und ohne beschließende Stimme ein Vertreter von der *Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft* in den Ausschuß entsandt werden.

b) Der Ausschuß hat das Recht, die Bewerber auszuwählen und jedem seine bestimmte Beihilfe zu bewilligen.

c) Die *Rockefeller-Foundation* hat zu Mitgliedern des Ausschusses

Geheimrat Professor Dr. *v. Frey*, Würzburg,
Geheimrat Professor Dr. *Matthes*, Königsberg,
Professor Dr. *Poll*, Berlin,
Professor Dr. *Versé*, Berlin,
Geheimrat Professor Dr. *Willstätter*, München,

und zum Vorsitzenden Professor Dr. *Selskar M. Gunn*, Paris, ernannt.

Die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft hat als ihren Vertreter Herrn Geheimrat Professor Dr. *Haber*, Berlin-Dahlem, in den Ausschuß entsandt.

5. *Schlußbestimmungen.*

a) Fragen und Schwierigkeiten, die sich aus den vorstehenden Satzungen ergeben, sind dem Schriftführer des Ausschusses unverzüglich zur Kenntnis zu bringen.

b) Alle Zuschriften sind an den Schriftführer des Ausschusses Professor Dr. *Poll*, Berlin NW 40, Hindersinstraße 3, zu richten.

Berlin, den 4. Februar 1923.

Der Ausschuß:

Selskar M. Gunn, Vorsitzender,
Poll, Schriftführer,
v. Frey, *Matthes*, *Versé*, *Willstätter*, Mitglieder,
Haber, Vertreter der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner, Berlin W 9.*
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.